

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E  
INFORMÁTICA**

**E.A.P. DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Sistema para la generación de horarios académicos en  
instituciones universitarias usando algoritmo Tabú**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

**AUTOR**

Frank Roger Ramos Milla

**ASESOR**

Cesar Luza Montero

Lima - Perú

2012

*“Tesis presentada a la  
Universidad Nacional mayor de San Marcos, Lima, Perú,  
para obtener el Título de Ingeniero de Sistemas”*

*Asesor: Cesar Luza Montero*

*© Frank Roger Ramos Milla. 2011  
Todos los derechos reservados.*

*Este trabajo está dedicado a toda mi familia y los  
amigos que colaboraron en la elaboración de este informe.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A toda mi familia mis padres, mis hermanas, mis tíos y abuelos.*

*A todas aquellas personas que indirectamente me ayudaron para culminar este trabajo y que muchas veces constituyen un invalorable apoyo, en especial a Marcela y quien estuvo apoyándome hasta el último momento y brindando el apoyo necesario para este proyecto.*

*Al profesor Cesar Luza Montero, por su orientación y dedicación para que este trabajo cumpla con los objetivos trazados.*

*Y por encima de todo doy gracias a Dios.*

## INDICE

I. Planteamiento del Problema .....	5
II. Marco Teórico .....	9
III. Estado del Arte .....	21
IV. Aporte Teórico .....	29
V. Aporte Práctico .....	87
VI. Experimentos con Estudios de Casos.....	152
VII. Conclusiones y trabajos futuros.....	153
VIII. Referencias .....	154

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMA E INFORMATICA**

**TITULO DE TESIS:**

***Sistema para la Generación de Horarios Académicos en Instituciones Universitarias  
Usando Algoritmo Tabú.***

**I. Planteamiento del problema**

**1. Descripción general**

**Antecedentes**

Este sistema no tiene antecedentes funcionales, solo proyectos no usados al 100% que de una u otra forma no cumplen con los requerimientos mínimos del sistema, razón por la cual no se ejecutan ni se toman en cuenta como herramientas viables. La aplicación será independiente de otros sistemas que posee la facultad y de la universidad, los usuarios externos como docentes son capacitados para usarlo, por ser vía Web pueden acceder desde cualquier punto haciéndoles mucho más fácil su labor.

La U.N.M.S.M. cuenta con más de 40 facultades de las cuales uno de las principales actividades en el proceso de matrícula de cada semestre académico viene a ser la elaboración de carga académica y generación de horarios para cada uno de estos semestres, sin embargo las diferentes facultades no tienen un sistema automatizado computacional que maneje este proceso, lo cual en diferentes ocasiones retrasa el proceso de matrícula y perjudica tanto a docentes, alumnos, personal administrativo y al mismo semestre académico ya que tiende a prolongarse mucho más. Una de estas facultades es la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la U.N.M.S.M. en donde se ha observado de manera más abrumadora este problema ya que siendo una facultad que maneja sistemas, debería ser la primera en brindar una solución informática a este problema común en la universidad y sus facultades. Aunque algunos sistemas fueron

implementados para dar solución a esta problemática ninguno de estos ha sido eficiente, optimizado o usado por la facultad antes mencionada, debido a diversas razones, es por esta razón que se buscará desarrollar un sistema de información que maneje todo este proceso, albergando tanto la parte hardware como la parte software.

## **Formulación del Problema**

El tiempo que demanda el llenado de las cargas académicas de cada docente perteneciente a la F.I.S.I. es alto ya que cada docente usualmente debe venir a “dejar” establecido las horas disponibles que tiene enseñar, esto necesariamente presencial, debido a esto se pierde tiempo y en ocasiones docentes se quedan sin poder venir a establecer sus cargas horarias dejando axial algunos cursos de la facultad sin docentes y reduciendo la cantidad de grupos de los mismos, otro problema surgido aquí es que la asignación de aulas, laboratorios y cursos se realiza de manera manual lo cual también demanda cierta cantidad de tiempo la cual sumada a los retrasos en la entrega de las cargas académicas de cada docente, pospone los días de matrícula ya que generalmente no hay horarios establecidos, todo esto realizado de manera manual, pudiendo tener un sistema que agilice todo este proceso de una manera sencilla y fácil.

## **Importancia (Justificación)**

Podríamos partir desde dos aspectos fundamentales e importantes para poder explicar mejor la importancia del desarrollo de la aplicación, estos son:

**Teórico:** Al elaborar un algoritmo para generar horarios, este método será importante ya que dará pautas para otros fines, tomando en cuenta que el algoritmo genere los horarios para determinado ciclo así como los cursos relacionados a este, razón por la cual podríamos hacer una variante del algoritmo para generar quizás también posibles horarios para los alumnos

con la finalidad de agilizar procesos de matrícula y evitar rectificaciones de matrícula por parte de alumnos por motivo de cruces de horarios.

**Práctico:** Se busca mejorar lo que refiere a la carga académica, eliminar procedimientos largos, engorrosos, etc., automatizar a todos los procedimientos y agilizar todo.

### **Método**

Usaremos una aplicación Web desarrollada en Asp. Net (Microsoft) y base de datos SQL, debido a costos de licencia no usaremos software lanzados frecuentemente las cuales usan licencias costosas, por lo que usaremos Windows 7, Visual Studio 2010 y Microsoft SQL Server 2008, todas estas en versión de evaluación.

### **Alcance**

El campo de acción será el campo académico de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y sus usuarios identificados con el proceso (Director de escuela, Jefe de Dpto. de ciencias de la computación).

## **2. Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar un Sistema de información que permita solucionar el problema antes mencionado usando tanto herramientas hardware como software para un desarrollo óptimo como eficiente, para lograr el objetivo principal que es desarrollar un sistema de gestión de carga académica además de buscar sistematizar todo lo relacionado a la matrícula tanto para docentes como para alumnos, inicialmente más orientado hacia los docentes, en pocas palabras automatizar mediante un sistema Web, una herramienta que les permita acceder desde cualquier punto donde estén al sistema y poder registrar su carga académica, para sus posibles horarios a los cursos capacitados a enseñar. De esta forma generar los horarios automáticamente una vez llenados los formularios por los docentes el sistema estará listo para la generación de los horarios académicos.



### **Objetivo Específicos**

Entre los objetivos específicos encontraremos los siguientes:

1. Automatización de todo el proceso
2. Evitar la pérdida de tiempo para la generación de horarios
3. Seguridad de los datos y mantenimiento de estos a largo plazo  
(debido a que ya no serán guardados de manera física sino lógica)

## II. Marco Teórico

### 1. Introducción

En el presente documento vamos a explicar detalladamente el marco teórico, el marco teórico para la presente tesis que se refiere a un sistema de información para la gestión de carga horaria y generación de horarios se dividirá en los siguientes conceptos:

- Sistema de información
- Investigación de operaciones
- Aplicación Web
- Carga horaria
- Generación de información
- Horarios académicos

Tomaremos estos temas de manera detallada para crear un soporte a la tesis describiendo la finalidad de cada uno de ellos y su relación con la sustentación de esta tesis, se tomarán desde datos históricos hasta datos actuales para el mejor entendimiento de cada concepto, razón por la cual se han usado diferentes fuentes tanto libros, revistas, artículos como información encontrada en Internet la cual está publicada en la bibliografía.

#### 1.1 Sistema de información

Tomaremos como primer concepto un sistema de información, qué es un sistema de información. Un sistema de información es un juego de elementos que interactúan uno con otro con la finalidad de apoyar actividades en una institución, empresa, negocio, etc. está compuesta por dos grandes conceptos dentro de un sistema de información estos son:

- ***El equipo computacional:*** el cual está referido al hardware necesario para que un sistema de información se pueda gestionar de manera considerable y viable.

- ***El recurso humano:*** es aquella parte de un sistema de información el cual interactúa con el sistema de información, el cual está formado por las personas que utilizan el sistema, así como las que de una u otra forma están relacionados con esta.

Un sistema de información realiza cuatro actividades básicas las cuales son necesarias y de vital importancia para su gestión estas son:

- Entrada de información
- Almacenamiento de información
- Procesamiento de información
- Salida de información.

Ahora explicaré hemos cada uno de estos puntos

***Entrada de información:*** Es el proceso en el cual un sistema de información toma datos que requiere para procesar información. Las entradas suelen ser manuales o automáticas, de estos dos tipos las entradas manuales son aquellas las cuales son proporcionadas en forma directa por el usuario mientras que en las automáticas son datos o información que provienen o que son tomados de otros módulos o sistemas, este último es también denominado interfaz automática. Las computadoras son unidades típicas de entradas las cuales son también llamadas terminales, cintas magnéticas, discos, código de barras, scanners, voz, monitores, Internet, etc.

***Almacenamiento de información:*** El almacenamiento es una de las actividades principales en un sistema de información por lo tanto es una de las más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad un sistema puede recordar y recuperar la información guardada en la sección o proceso relacionado, esta información suele ser guardada o almacenada en estructuras de información denominados ficheros, de la cual las unidades típicas de

almacenamiento son discos magnéticos o discos duros así como desisto discos extraíbles y en algunos casos unidades virtuales.

***Procesamiento de información:*** Es la capacidad que tiene un sistema de información para efectuar cálculos de acuerdo a una secuencia de operaciones o algoritmo preestablecido. Estos cálculos pueden realizarse con datos previamente introducidos p recientemente en el sistema de información, o bien con datos que están almacenados. Esta característica primaria de un sistema de información permite así la transformación de estos datos fuente en información que pueda ser utilizada en uno de los procesos más importantes de un sistema de información el cuál es la toma de decisiones, lo que hace posible entre otras cosas que un encargado de toma de decisiones genere una proyección a partir de datos lo cual terminará en una toma elección o toma de decisión.

***Salida de Información:*** La salida de información es aquella capacidad que un sistema de información tiene para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Una de las unidades típicas de salida son impresora, terminales, discos, voz, terminales, monitores, entre otros, además es importante aclarar que la salida de un sistema de información puede constituir la entrada de otros sistemas de información o módulo, como por ejemplo en un sistema integrado que maneja diferentes módulos, en estos sistemas frecuentemente la entrada de un módulo es la salida que otro previamente establecido como por ejemplo en un área administrativa cierta parte de esta se encarga de generar cheques pero para generar estos cheques es necesario antes saber que el monto que cobrará cada persona lo cual es una salida de un módulo anterior.

Ahora hablaremos de la clasificación de los sistemas de información, se trata de una clasificación que dividen los sistemas de información en función de la principal finalidad a la cual están destinados, para empezar, surgen dos tipos de sistemas de información genéricos que son:

- Los sistemas de información transaccionales
- Los sistemas de información decisorios

Los primeros han sido objeto de que una mecanización informática mayoritaria durante los últimos tiempos, pero actualmente el desarrollo de sistemas de información decisorios ha entrado con mucha fuerza en la estrategia de una gran cantidad de organizaciones. Anteriormente esta clasificación de los sistemas de e información en transaccionales y decisorios habían sido la que había contado con una mayor aceptación y divulgación ya que han habido diferentes tipos de clasificación siendo esta la más importante y la más conocida por parte de los autores de investigación de los sistemas de información. Hoy en día, sin embargo, resulta conveniente la aplicación de esta tipología con lo que podemos llamarlos sistemas de información comunicacionales.

- **Sistemas de información Transaccionales:** Los sistemas de información transaccionales son el primer nivel en un sistema de información para una empresa, ya que son los más baratos de implementar. Generan resultados de cálculos simples y por su facilidad de implementación son fácilmente justificables.

Los sistemas de información transaccionales fueron los primeros en ser debidamente incorporados un procesamiento computacional. Aun en nuestros días, estos sistemas proporcionan una muy alta proporción de los recursos informáticos tanto humanos como de equipamiento y soporte lógico.

En el contexto de los sistemas de información, una transacción es el intercambio entre usuarios que opera terminales y un sistema de procesamiento de datos, y en el que se concreta algún resultado.

Implica la captura y la validación de los datos, la consulta y/o actualización de archivos y una salida o respuesta. Además, podemos citar entre ejemplos de transacciones los siguientes ejemplos de transacciones:

- Venta, un debito en cuenta corriente

- Un depósito bancario
- Un pago
- Una cobranza

En estos sistemas transaccionales podemos encontrar aquellos que son prácticamente comunes a todas las organizaciones como los de contabilidad, facturación, inventarios, ventas, proveedores, cuentas corrientes, cobranzas, etc. También otros sistemas llamados "Sistemas para mercados verticales" que resultan más específicos de una rama de actividad, como, por ejemplo:

- Reserva de pasajes
- Administración hospitalaria
- Administración hotelera

Para la mayoría de estos sistemas existe una gran cantidad de paquetes ofertados de programas estandarizados. Los más numerosos son los diseñados para organizaciones más pequeñas, su costo, su sencillez de manejo los hacen muy accesibles. En el otro extremo se encuentran las versiones potentes (mucho más que las anteriores) y costosas con mayores exigencias de implementación, y personal especialmente entrenado. En esta categoría superior de paquetes, se plantea la alternativa estratégica de optar por estas soluciones de terceros o encarar el desarrollo de sistemas "a medida", es decir, especialmente diseñados y contruidos para la organización en que serán utilizados.

- **Sistemas de información decisorios:** Es aquella parte del sistema de información global de la organización que se dedica a dar apoyo a los diferentes tipos de procesos de toma de decisiones llevados a cabo por parte de los directivos, gerentes y otros profesionales que una organización posee. Mientras que hace tan sólo unas décadas el problema principal de los sistemas de información consistía o estaba basado en la falta de datos o en la dificultad de almacenamiento

procesamiento y distribución eficiente, en la actualidad esto ha cambiado ya que la sobrecarga de datos es la que incluso en estos tiempos provoca desinformación así como una mala gestión en la toma de decisiones de una organización este es una situación paradójica y se debe mucho a un hecho común que encontramos en muchas organizaciones modernas:

- Funcionamiento diario
- La continuidad de sistemas de información transaccionales

Estos generan grandes volúmenes de datos en pocas palabras sobrecarga de información, estos son muy variados y detallados sobre las actividades operativas actuales e históricas, y para que una organización bajo tales condiciones, con frecuencia estos datos no sirven de forma directa para las tareas de gestión ya que en ocasiones son innecesarios o en pocas palabras son información no importante para la gestión y dirección de una organización. Para poder tratar a la materia prima informática hay que someterla a tratamientos adicionales para ser convertidas en un material aprovechables por parte de los sectores y directivos de una organización para que este aprovechamiento de datos operativos y externos que mantiene el sistema de información transaccionales se lleva a cabo por medio de la parte de un sistema de información global que podemos denominar sistema de información decisorio.

## **1.2 Investigación de operaciones**

La investigación de operaciones podría decirse que surge en Inglaterra o a lo mejor las primeras actividades formales aparecen durante la segunda guerra mundial, cuando un equipo de científicos ingleses son encomendados para la toma de decisiones acerca de la mejor utilización para los materiales bélicos. Al término de esta guerra, las ideas formuladas en operaciones militares fueron aplicadas para mejorar la eficiencia y la productividad en el sector civil, industrial y económico. En estos días la investigación de

operaciones es de herramienta clave, dominante e indispensable para la toma de decisiones. Uno de los elementos principales en una investigación de operaciones es el modelo matemático. Aunque la solución del modelo matemático establece una base para tomar una decisión debe tenerse en cuenta ciertas cantidades factores intangibles o no cuantificables como por ejemplo el comportamiento humano para poder llegar a una decisión final, sin embargo, éste no es una cantidad establecida ya que la cantidad va variando dependiendo del problema que se desea solucionar o la toma de decisión que se desea generar.

### Fases de un estudio de investigación de Operaciones

Para un estudio de investigación de operaciones nosotros debemos basarnos en la labor de equipo, donde los analistas de investigación de operaciones y el cliente trabajan mano a mano. Los analistas con sus conocimientos de modelado deben complementar su experiencia a este conocimiento, así como la cooperación del cliente para quien hace el estudio y de esta forma lograr una toma de decisión viable. Si hablamos de toma de decisiones como una herramienta entonces debemos decir que la investigación de operaciones es una ciencia y un arte. Es una ciencia debido a las técnicas matemáticas que presenta, y también es un arte porque el éxito de todas las fases que antecede y siguen a las reglas solución del modelo matemático, todo esto depende mucho de la creatividad y la experiencia del equipo de investigación de operaciones que lleva a cabo esta investigación.

Es difícil explicar o recomendar cursos específicos de acción para factores intangibles sólo podemos ofrecer lineamientos generales para incrementar la precisión de la investigación de operaciones en la práctica. A continuación, procederemos a explicar las fases principales de la implementación de la investigación de operaciones en la práctica, estas comprenden cinco fases y son las siguientes:



- La definición del problema
- La construcción del modelo
- La solución del modelo
- La validación de modelo
- La implementación de la solución.

De estas cinco fases, sólo la tercera que viene a ser la solución del modelo es la que están mejor definida y la más fácil para su implementación en un estudio de investigación de operaciones, debido a que principalmente maneja modelos matemáticos precisos. Entonces podríamos nosotros decir que las demás fases poseen una implementación más referida a un arte que aún teoría. Ahora procederemos a explicar a cada una de estas fases:

- ***La definición del problema:*** Implica definir los alcances del problema que se está investigando. Es una función que se debe hacer entre los miembros del equipo de investigación de la operación. El resultado final será identificar tres elementos principales del problema de decisión estos son:
  - La descripción de cada una de las alternativas de decisión encontradas
  - La determinación y el objetivo del estudio
  - Las limitaciones que se presentarán para el desarrollo de esta investigación.
- ***La construcción del modelo:*** implica el proceso de interpretar o traducir la definición del problema a relaciones matemáticas, en pocas palabras a ser un modelo matemático del problema planteado. Siguiendo si el modelo generado se ajusta a uno de los modelos matemáticos normales, como puede ser de manera lineal, exponencial, logarítmica, etc. se puede llegar a una solución empleando algoritmos disponibles o forma de solución permitidas. En forma alternativa, si las relaciones matemáticas son demasiado

complejas como para permitir el cálculo de una solución analítica fácil y viable, puede ser que el equipo de investigación de operaciones opte por una simplificación del modelo y usar un método heurístico al que el equipo pueda recurrir, así como al uso de una simulación, si es aproximada en algunos casos se necesitará la mezcla de cada una de estas partes para lograr resultados, tomando en cuenta también de que no es con precisión sencilla ya que las variables y la complejidad del problema ante esta investigación de operaciones es directamente proporcional a lo antes referido.

- **La solución del modelo:** es sin duda la fase más sencilla de todas es una investigación de operaciones, porque ya se supone que un algoritmo o un modelo matemático está decidido predeterminadamente, y lo que se debe hacer únicamente es operar las variables que se tienen, sin embargo nosotros o los investigadores se basan en mejorar cada uno de los modelos matemáticos es por esto que en este proceso se realiza un análisis de sensibilidad para ver su comportamiento con otras variables o bajo otros entornos además este análisis de sensibilidad se realiza para buscar una solución óptima en las proximidades de los parámetros estimados tanto para los relacionados al problema, para futuras apariciones de problemas similares.
- **La validación de modelo:** En esta fase se comprueba si el modelo que se ha propuesto genera lo que se requiere o lo que se necesitaba en su requerimiento, en otras palabras, se aborda, si es que cumple con la solución o si tiene sentido la solución desde un lado formal. En estos casos se podrá recurrir a una simulación como herramienta independiente para verificar los resultados del modelo matemático.
- **La implementación de la solución:** Esta fase implica la traducción de los resultados a instrucciones de operación emitidas en forma comprensible para las personas que administran el sistema recomendado que generalmente este trabajo lo realiza el equipo de

investigación de operaciones conjuntamente con el cliente o la persona que usará el sistema para verificar y validar el compromiso del mismo.

### **1.3 Aplicación Web:**

Cuando hablamos de proyectos que se quieran desarrollar en Internet; sea comercio electrónico, reservas on-line, información del tiempo, registro de usuarios, calculadores de hipotecas, etc., nos conlleva el desarrollo de una aplicación web. En definitiva, una aplicación web es una plataforma orientada a automatizar los procesos de servicios que la empresa quiera ofrecer a sus usuarios usando tecnología web para su implementación y uso.

Una vez que la empresa haya decidido los servicios que desea, ya está en la capacidad de ofrecer a sus usuarios, se procede al diseño, planificación, desarrollo e implementación de la aplicación web, es decir, a desarrollar un software específico relacionado con los requerimientos necesarios, a través del cual el usuario accede a la información alojada en el servidor mediante los navegadores de Internet y a través del interfaz diseñado para solicitar el servicio deseado.

Entonces podríamos llegar a la conclusión de que una aplicación web o mejor dicho las aplicaciones web son aquellas cuyas capacidades están constituidas por el uso de páginas HTML. Dichas páginas son documentos de texto a los que se añaden etiquetas que nos permitirán visualizar texto de distintas formas y establecer enlaces de una página a otra o de un sitio a otro sitio. En la mayoría de estos casos en las aplicaciones web suelen ser usadas las páginas en formato HTML y aunque la utilización de documentos a que se refiere de tipo estáticos puede ser una solución adecuada cuando nuestra página web o aplicación web se limite a ofrecer la misma información siempre o podamos automatizarla a la realización de actualizaciones de los documentos. De esta forma podremos seleccionar los filtros, así como adecuar nuestra información buscada. Si bien todo esto se puede conseguir con páginas dinámicas en vez de estáticas, si dispusiéramos de un espacio suficiente en nuestro disco ya que al ser

estática es necesario tenerla siempre de manera presente, obtener sin embargo las aplicaciones web que es un concepto más actual disponen de poder acceder a bases de datos que manejan información de manera más viable y eficiente dando resultados generalmente satisfactorios para la institución o empresa que la requiere o está usando.

Es por esta razón que la creación de aplicaciones web en consecuencia requiere la existencia de que se esté ejecutando se tanto un servidor que genera automáticamente los ficheros HTML los cuales serán visualizados por el usuario, así como un cliente que se encargue de gestionar o de mandar una consulta adecuadamente elaborada para recibir una respuesta por parte del servidor.

### Arquitectura Cliente-Servidor

En el caso de desarrollo de aplicaciones web es necesario comprender dos conceptos básicos de una arquitectura conocida como Cliente-Servidor, En la figura 1 se muestra un esquema general donde existen múltiples Clientes que se comunican con un servidor. Aunque las arquitecturas Cliente-Servidor no son exclusivas de la web, o incluso de Internet.

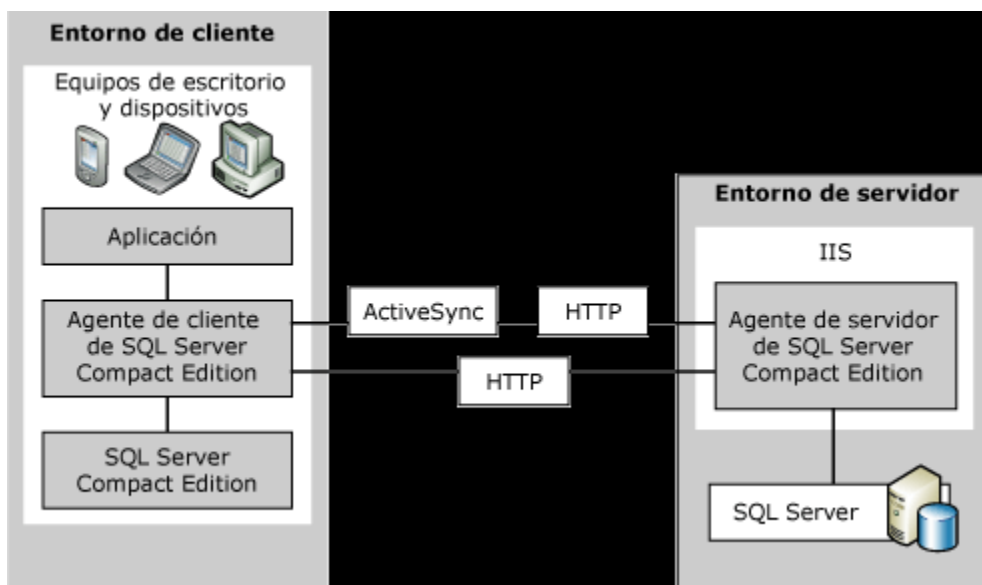


Figura 1

Fuente: Microsoft

Todos los puntos anteriormente son los que nos permitirán sentar la base y el principio teórico para describir esta tesis, así como el siguiente capítulo referido al estado del arte, en el que abarcaremos el uso de sistemas de información, conjuntamente con la investigación de operaciones, Inteligencia Artificial y de aplicaciones web para la solución del problema planteado.

#### **1.4 Carga horaria:**

Hablamos de carga horaria cuando nos referimos a las horas disponibles que tiene un docente para poder dictar o enseñar los cursos a determinada facultad, así como la administración de estas una vez procesada esa información, así como la carga horaria asignada al docente luego del proceso de asignación horaria.

#### **1.5 Generación de información:**

La generación de información hace referencia al proceso automatizado o manual que se hace para poder generar el resultado final que en este caso será el horario por cursos, docentes, aulas, etc.

#### **1.6 Horarios académicos:**

Los horarios vienen a ser el resultado final del procesamiento manual o automático de toda la información previa.

### III. Estado del Arte

#### 1. Definición

La carga académica, así como la generación de un horario genera distintas dificultades a la hora de su ejecución en la U.N.M.S.M. y en especial en la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, trae consigo muchos problemas a la hora de ser ejecutados debido a problemas que ya explicamos anteriormente, los cuales trataremos de manera más resumida en este capítulo. La carga académica generalmente es ejecutada de manera manual por cada docente y esto origina diversos problemas como los siguientes:

- Necesidad de que cada docente asista a registrar su carrera académica personalmente
- La posibilidad de que algunas asignaturas que ven con docentes asignados ya que no pudieron inscribirse en la fecha límite
- Retardo en fechas que matrícula debido a que el horario no está listo a un punto

#### 2. Taxonomía

Nos basaremos en la idea principal que viene a ser la optimización.

**Optimización:** Para que un sistema funcione en la realidad tiene que cumplir una serie de condiciones, en primer lugar tiene que ser un sistema eficaz, es decir, tiene que ser capaz de conseguir buenos resultados, calificaremos de buenos resultados aquellos que superen lo esperado de una forma clara, y además obtener un porcentaje de aciertos elevado, lo que dotará al sistema de seguridad; en segundo lugar para que el sistema funcione en su aplicación real será necesario que confiemos en él y que por lo tanto actuemos en consecuencia según sus señales, este es quizás el punto más complicado, existen en la actualidad muchos sistemas que dan muy buenos resultados, pero a veces es difícil confiar en ellos debido a que el mercado nos influye, el propio mercado es el mayor enemigo que tenemos a la hora de obtener beneficios, de forma que si no confiamos en nuestro sistema de inversión, y nos dejamos influir, fracasaremos.

### **3. Métodos, Modelos, Procedimientos y Buenas Prácticas**

#### **3.1. Métodos**

Los métodos que procederemos a usar, los dividiremos en tres partes, así como su asociación a cada uno de los problemas surgidos.

- Uso de la Investigación de Operaciones

El uso de Investigación de Operaciones es de vital importancia en el presente tema de investigación y se pondrá énfasis en los dos temas principales tanto como para la carga académica, así como para la generación de horarios y se aplicará de la siguiente manera:

Para la carga académica: No se hará uso de un método de investigación de operaciones ya que solo será una aplicación adjunta al sistema de información que permitirá al usuario registrar su carga de manera aplicativa mediante un sistema, el cual podrá entrar desde Internet

Para la generación de horarios: En este apartado si será de suma importancia ya que el uso de un algoritmo basado en investigación de operaciones será de suma importancia para buscar el horario que mejor se acomode a cada semestre académico, así como en su relación total, por lo que usaremos métodos que explicaremos más adelante, a lo que también agregamos el uso de algoritmos de búsqueda, propuestos en libros de Inteligencia Artificial, para una solución óptima y rápida.

- Uso de la Inteligencia Artificial

El uso de Inteligencia artificial es de vital importancia en el presente tema de investigación y se pondrá énfasis en los dos temas principales tanto como para la carga académica, así como para la generación de horarios y se aplicará de la siguiente manera:

Para la carga académica: No se hará uso de un método de investigación de operaciones ya que solo será una aplicación adjunta al sistema de información que permitirá al usuario registrar su carga de manera aplicativa mediante un sistema, el cual podrá entrar desde Internet

Para la generación de horarios: En este apartado si será de suma importancia ya que el uso de un algoritmo que pueda aprender conforme e se vaya usando y ejecutando es de uso principal, ya que permitirá a lo largo de su proceso o ciclo de vida ir aprendiendo y realizar una toma de decisiones más rápida.

- Uso de la Tecnología Web

El uso de la tecnología web es de vital importancia en el presente tema de investigación y se pondrá énfasis en los dos temas principales tanto como para la carga académica, así como para la generación de horarios y se aplicará de la siguiente manera:

Para la carga académica: El uso de una aplicación web es crucial debido a los procedimientos de registro que este proceso envuelve para los cuales fueron planteados un sistema que permita el manejo de estos de manera automatizada mediante el uso de una aplicación



Web que permita el registro mediante la Web, desde una arquitectura cliente servidor.

Para la generación de horarios: El proceso de generación de horarios podría ser tomado como la ejecución o el hacer un “click” sobre una opción que dice “Generar Horarios”, y de hecho es una buena interpretación, pero, como puede influir una aplicación Web en este aspecto, esto podría ser una opción aunque aún no está finalmente evaluada que este proceso se pueda realizar mediante la Web, claro con niveles de seguridad y bajo el control de un usuario personalizado que tenga los privilegios para realizar este proceso, quizás desde su casa o cualquier otro sitio sin necesidad de estar en el sitio del proceso. Sin embargo, usaremos la tecnología web como un medio para la solución del problema.

### **3.2. Algoritmos**

Los Algoritmos a usar también los dividiremos en los grupos mencionados anteriormente:

- Investigación de Operaciones

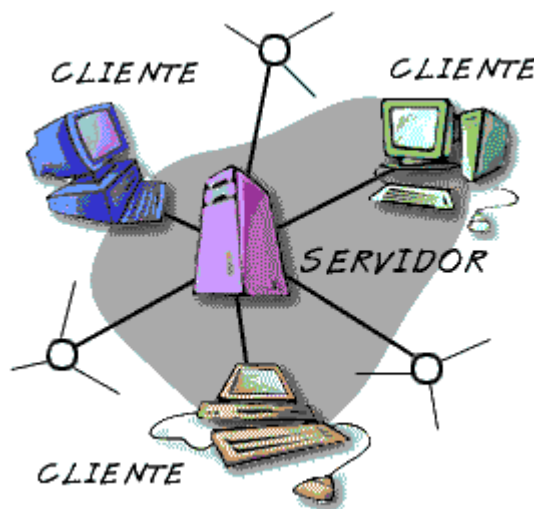
El uso de un algoritmo para hallar la solución óptima es lo que nos hace referencia el uso de investigación DE operaciones, para nuestro sistema usaremos un método meta heurístico para búsqueda de soluciones óptima llamado Búsqueda Tabú.

La búsqueda tabú viene a ser un procedimiento meta heurístico diseñado en su concepto para encontrar soluciones del tipo subóptimas en problemas de optimización combinatoria. Estamos hablando de un método o algoritmo de búsqueda local diseñado inicialmente por Glover [1], el cual es un procedimiento que explora el

espacio total de soluciones mucho más allá de la solución óptima local. Para cualquier solución encontrada se generará un conjunto de desplazamientos que definen su entorno, y se selecciona el mejor de ellos para la siguiente iteración. Para evitar que el procedimiento iterativo entre en un bucle y se quede estancado en óptimos locales, se mantiene en memoria el historial de la búsqueda. Se suele distinguir dos tipos de memoria: a corto plazo para los movimientos más recientes (la lista tabú) y a largo plazo para la parte de la búsqueda más distante.

- Tecnología Web

Usaremos la tecnología de cliente/servidor ya que como explicamos el uso del software por los docentes se realizará desde cualquier lugar razón por la cual ellos se verán en el procedimiento de usar un entorno Web accesible para poder ingresar su carga académica, Como observamos en la figura 2.



*Figura 2, Fuente: Cotemax [9]*

#### **4. Aplicaciones**

Las aplicaciones en las que se usaran generalmente estos algoritmos son para la búsqueda de soluciones óptimas como, por ejemplo:

- Generación de horarios
- Toma de decisiones para aspectos (empresariales, industriales)
- Software con capacidad de aprendizaje
- Generación de posibles horarios para cada alumno dependiendo de sus cursos a llevar

## 5. Software

Entre los paquetes o aplicaciones software que ya están desarrolladas, podemos mencionar:

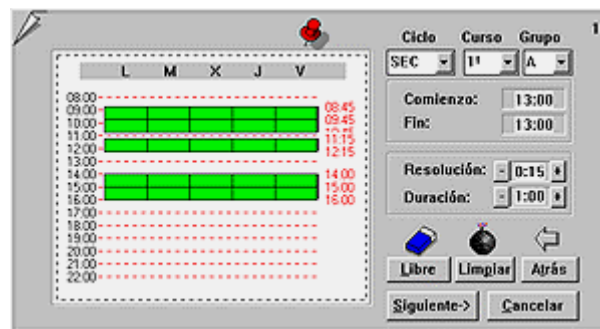
***GHC (Generador de Horarios de Centros de Enseñanza) [10]***, es un paquete de software el cual regula las siguientes características:

- Generador de Horarios Óptimos una vez introducidos los condicionantes de profesores, aulas, asignaturas, etc.
- Incluye una estructura de datos formada por listas relacionadas que garantiza la integridad de la información.
- Dispone de un generador de grupos de alumnos que le puede ayudar a organizar sus asignaturas partiendo de las peticiones de matrícula para las combinaciones de optativas que se ofrecen en el curso académico.
- Puede validar la configuración del horario previamente a la generación de resultados detectando determinadas incompatibilidades.



*Figura 3, Fuente: Peñalara [10]*

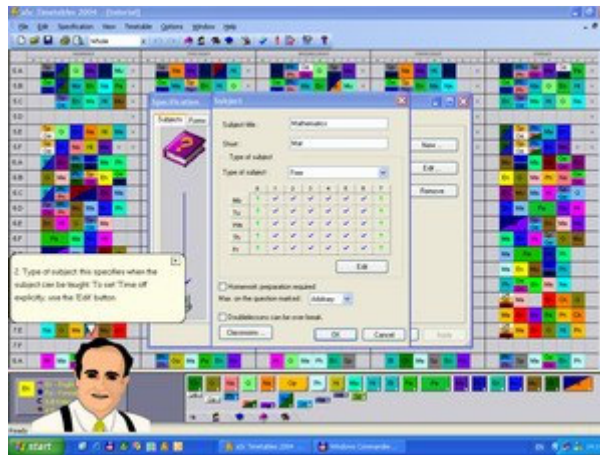
**Timetab [11]**, es un potente programa de generación de horarios escolares sencillos de manejar y con un asistente para la introducción de datos que le permitirá generar rápidamente un horario para cualquier centro.



*Figura 4, Fuente: TimeTab [11]*

**Asc Timetables**, ofrece una definición fácil y rápida de asignaturas, clases, aulas, profesores y las horas a la semana enseñadas por cada profesor. Posibilita también cubrir todos tipos de distribuciones especiales. Es posible juntar varios grupos de diferentes clases para una lección y también agregar varios profesores a una clase. Además, ofrece las siguientes características:

- Generación automática
- Verificación del Horario
- Impresión completa
- Uso intuitivo
- aSc Suplencias



*Figura 5, Fuente: Asc Timetables [12]*

Estos tres son los más importantes en el mercado.

## IV. Aporte Teórico

### 1. METODOLOGÍA A USAR

La metodología a usar es la metodología R.U.P. debido a que no se trata de proceso con pasos firmemente establecidos e inamovibles, sino de un conjunto de metodologías que se pueden adaptar al contexto y necesidades de nuestro proyecto, lo cual lo hace ideal en caso hagamos de nuestro proceso un proceso iterativo hasta llegar a la mejor calidad y al proceso óptimo.

**R.U.P.:** es el Proceso Unificado Racional (Rational Unified Process en inglés), habitualmente resumido como RUP) es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML son herramientas dirigidas a la construcción de un producto de software [19]

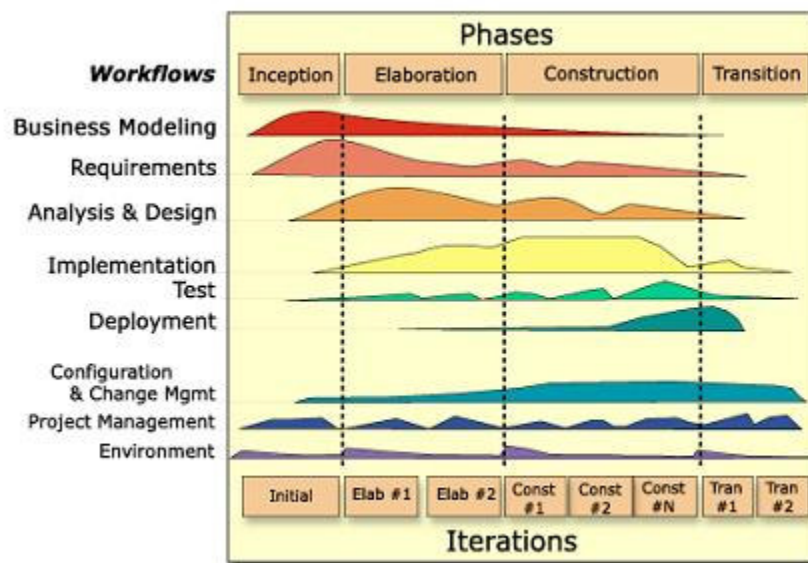


Figura 6, Fases del R.U.P. [19]

De acuerdo a la metodología elegida, usaremos como soporte

- Documento de Visión
- Especificación de requerimientos
- Plan de Pruebas
- Documento de Arquitectura
- Diagrama de Clases

- Diagrama de Secuencia
- Diagrama de Base de Datos
- Glosario

Ahora pasaremos a describir como desarrollaremos la metodología tomando en cuenta cada fase de la metodología antes mencionada

Primero describiremos que artefactos se entregarán por cada fase:

## **Inicio**

En la fase de inicio presentaremos los siguientes documentos:

### ***Documento de Visión***

Realizado durante la fase de Inicio y sirve como contrato entre el Cliente (Facultad de Ingeniería de Sistemas de la UNMSM) y el Equipo de Desarrollo respecto a lo que se va a construir. En la Visión deberán identificarse los stakeholders del proyecto, la totalidad de features del sistema a ser construido y los requerimientos suplementarios que se detectaron en forma temprana. En forma optativa podrá incluirse un resumen de los casos de uso críticos del Sistema de Información que estamos desarrollando.

### ***Especificación de Requerimientos***

Define los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema (aplicación de estándares, requerimientos legales, atributos de calidad del sistema (usabilidad, rendimiento, requerimientos de apoyo, etc.), restricciones de diseño o en torno a la infraestructura a utilizar.

## **Elaboración**

En la fase de elaboración presentaremos los siguientes documentos.

### ***Especificación de Casos de Uso***

Se utilizarán para especificar los requerimientos funcionales de la aplicación. Los mismos servirán para guiar los demás artefactos y para la construcción de los componentes de la aplicación. Asimismo, persistiremos en la generación del Modelo de Casos de uso para tener una visualización gráfica del universo funcional de la aplicación y poder comunicarla tanto internamente como al Cliente para su validación. Los Casos de Uso y el Modelo serán creados en las primeras fases del proyecto, aunque podrán también ser especificados en las iteraciones de construcción

### ***Plan de Pruebas***

Contienen la especificación de cómo será validado el sistema. Estos son realizados basándose en los casos de uso y planteando todos los escenarios posibles que éstos pueden contener. Dado que puede ser bastante burocrático realizar la totalidad de Casos de Prueba existentes en un sistema, recomendaremos probar los más importantes y después anotar las variantes en un Caso de Prueba Estándar.

## **Construcción**

En la fase de construcción presentaremos los siguientes documentos.

### ***Diagrama de Base de datos***

Tiene por finalidad especificar el modelo entidad - relación de la Base de Datos usando una herramienta de modelación, en este caso, Erwin 4.0.



### ***Documento de Arquitectura***

Especifica los aspectos técnicos de la solución propuesta por el equipo de desarrollo. Sirve como medio de comunicación entre el Arquitecto y el equipo en relación a cómo deberán ser implementados los casos de uso de la aplicación

### ***Diagrama de Clases***

Captura la estructura lógica del sistema, las clases y/o entidades que componen al modelo. Es considerado un modelo estático ya que muestra las clases existentes y los atributos, métodos de cada una.

### ***Diagrama de Secuencia***

Es una representación de las interacciones entre clases y objetos para llevar a cabo una operatoria a lo largo del tiempo. Se utiliza para mostrar flujos de trabajo, pasaje de mensajes y la cooperación necesaria para brindar un determinado resultado

## **Transición**

En la fase de transición presentaremos los siguientes documentos.

### ***Glosario***

Contendrá los términos más usados, así como sus respectivas consideraciones y significados técnicos.

## 2. ALGORITMO

El algoritmo Usado es el algoritmo de Búsqueda Tabú, el cual viene a ser un procedimiento meta heurístico diseñado en su concepto para encontrar soluciones del tipo subóptimas en problemas de optimización combinatoria. Estamos hablando de un método o algoritmo de búsqueda local diseñado inicialmente por Glover [1], el cual es un procedimiento que explora el espacio total de soluciones mucho más allá de la solución óptima local. Para cualquier solución encontrada se generará un conjunto de desplazamientos que definen su entorno, y se selecciona el mejor de ellos para la siguiente iteración. Para evitar que el procedimiento iterativo entre en un bucle y se quede estancado en óptimos locales, se mantiene en memoria el historial de la búsqueda. Se suele distinguir dos tipos de memoria: a corto plazo para los movimientos más recientes (la lista tabú) y a largo plazo para la parte de la búsqueda más distante.

Elementos claves en búsqueda Tabú:

Los elementos básicos para la implementación de una búsqueda mediante el algoritmo Tabú, son:

Restricciones Tabú: restringir la búsqueda al clasificar ciertos movimientos como prohibidos (tabú), para evitar caer en soluciones recientemente generadas.

Criterio de aspiración (aspiration criteria): liberar la búsqueda por medio de una función de memoria a corto plazo (olvido estratégico).

Se crea un subconjunto  $T \subseteq S$  usando información histórica extendiéndola  $t$  iteraciones en el pasado.

La membresía en  $T$  puede ser por medio de condiciones a cumplir (i.e., no necesariamente un índice de soluciones pasadas).

Ahora procederemos a explicar el algoritmo según Coello [2] con un ejemplo sencillo aplicado por Coello [2].

Según Coello Para ilustrar el funcionamiento de esta técnica, utilizaremos un ejemplo clásico de estructuras de datos e Inteligencia Artificial: el problema de las

$N$  reinas. La idea básica es colocar  $N$  reinas en un tablero de ajedrez de  $N \times N$  casillas, de tal manera que ninguna de ellas pueda capturar a otra.

Este problema puede verse como uno de optimización en el que el objetivo es minimizar el número de colisiones (una colisión se presenta cuando una reina puede capturar a otra). Si asumimos que cada reina se colocará siempre en una fila determinada de acuerdo a un cierto orden preestablecido, podemos representar cualquier estado del tablero usando una permutación de la forma  $(p_1, p_2, \dots, p_n)$ , donde el valor de  $p_1$  representa la columna donde se colocará a la reina que está en la fila 1, y así sucesivamente. Por ejemplo, la permutación  $(3, 4, 2, 1)$  corresponde al tablero mostrado en la Figura 7, en el cual hay 2 colisiones.

	1	2	3	4
1			R	
2				R
3		R		
4	R			

Figura 7, Fuente: Coello [17]

Una de las operaciones básicas que el algoritmo utilizará es el intercambio de 2 elementos cualquiera de una permutación en la que haya colisiones. A fin de evitar la repetición de intercambios realizados recientemente, consideraremos *tabú* cualquier intercambio de este tipo.

Debido a condiciones de simetría (intercambiar las reinas 1 y 4 es lo mismo que intercambiar las reinas 4 y 1), una estructura como la mostrada en la Figura 8 puede usarse para almacenar el número de iteraciones que faltan para permitir que 2 reinas intercambien posiciones nuevamente.

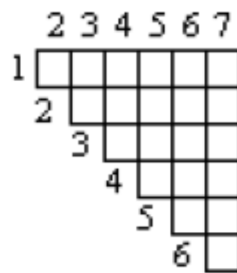


Figura 8, Fuente: Coello [17]

La restricción de los intercambios de 2 reinas puede ser ignorada si un cierto movimiento (prohibido) conduce a una mejor solución (este es el *criterio de aspiración*).

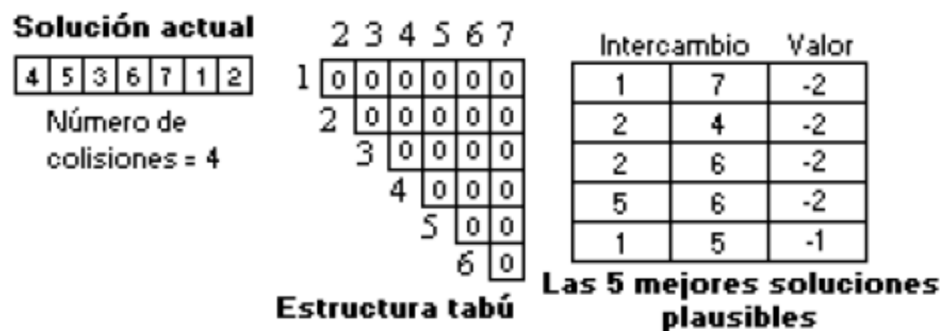


Figura 9, Fuente: Coello [17]

Para evaluar un movimiento, simplemente checamos cuantas reinas están en la misma fila, columna o diagonal, y contamos el número de colisiones. Por ejemplo, si usamos 7 reinas, en la iteración cero la situación se verá cómo se ilustra en la Figura 10, en la que además se muestran los 5 mejores movimientos plausibles. Note cómo nuestra estructura tabú está inicializada a ceros, indicando que ningún movimiento es prohibido. Para determinar el mejor movimiento plausible, checamos todos los posibles intercambios de reinas (se requieren  $N^2$  evaluaciones) y de ellos se escoge el que tenga el menor número de colisiones. El valor indicado en la tabla de movimientos plausibles de la Figura 5 indica el número de colisiones en que se disminuirá el estado de la solución si se efectúa un cierto intercambio (el orden es irrelevante, pues sólo nos interesa el mejor movimiento). Cuando (como en este caso) existen varios movimientos equivalentes, podemos seleccionar arbitrariamente cualquiera de ellos. En nuestro caso, se seleccionará al mejor movimiento que se haya generado primero.

Asumiendo que se intercambian las posiciones 1 y 7, la siguiente iteración nos lleva al estado ilustrado en la Figura 11, en la cual hay 2 colisiones y el intercambio de las posiciones 1 y 7 es tabú (el número 3 indicado en la estructura tabú es arbitrario y puede escogerse otro si así se desea).

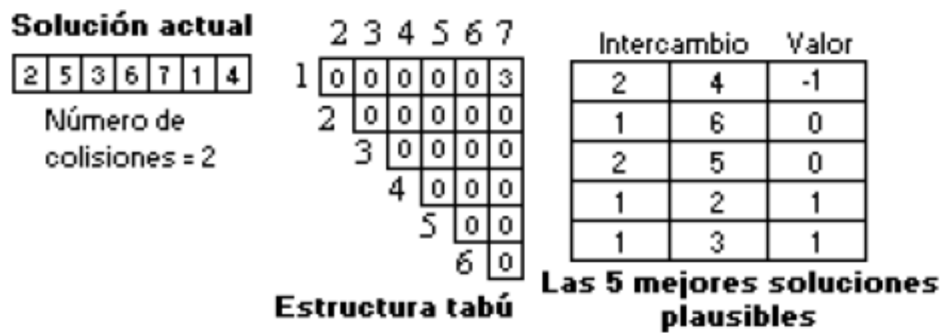


Figura 10, Fuente: Coello [17]

Tras intercambiar las posiciones 2 y 4 en la siguiente iteración, llegamos al estado ilustrado en la Figura 11, en el que hay sólo una colisión y 2 movimientos prohibidos, pero el mejor movimiento plausible no mejora en nada a la solución actual. En algunas implementaciones de la búsqueda tabú en que una gran proporción de los movimientos en una cierta vecindad tienen un valor de cero, este tipo de intercambios son clasificados automáticamente como prohibidos, pero en nuestro caso serán permisibles. Note también como el 3 de la casilla (1,7) de nuestra estructura tabú se decremento a 2, debido a que ese es ahora el número de iteraciones en los que este movimiento seguirá siendo considerado aún como prohibido. Los intercambios con valor de positivo indican situaciones en las que el número de colisiones se incrementará en vez de disminuir.

Al realizarse el intercambio de las posiciones 1 y 3, llegamos al estado ilustrado en la Figura 6, en el cual todavía hay una colisión, hay 3 intercambios tabú y no hay ningún movimiento plausible que nos permita mejorar la solución actual. Si observa la estructura tabú en este caso, notará que los intercambios (1,3) y (1,7) son prohibidos, por lo que tendremos que recurrir al intercambio (5,7), que incrementará el número actual de colisiones. Dado que ninguno de los 2 intercambios prohibidos nos llevará a una mejor solución que la actual, el criterio de aspiración no aplica en este caso, y nos veremos obligados a realizar el intercambio de las posiciones 5 y 7.

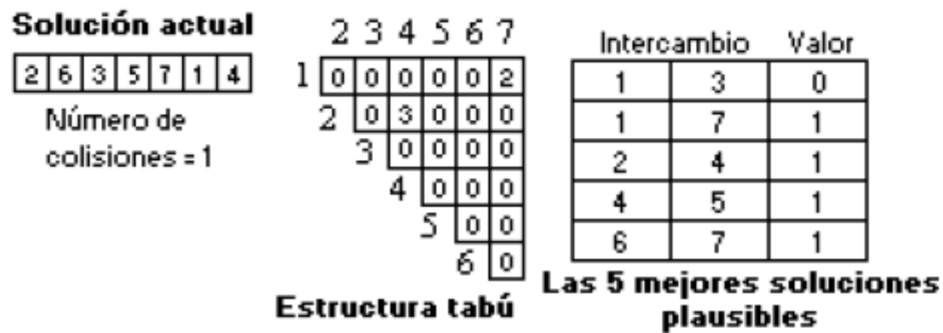


Figura 11, Fuente: Coello [17]

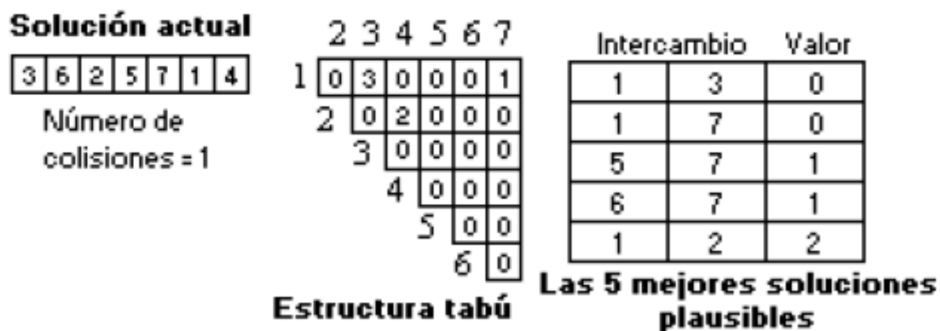


Figura 12, Fuente: Coello [17]

Al intercambiar las posiciones 5 y 7 en la iteración 4, llegamos al estado ilustrado en la Figura 12, en el cual tenemos 2 colisiones, 3 movimientos tabú (uno de los anteriores dejó de serlo en esta iteración) y un par de movimientos plausibles que pueden regresarnos a un estado con sólo una colisión.

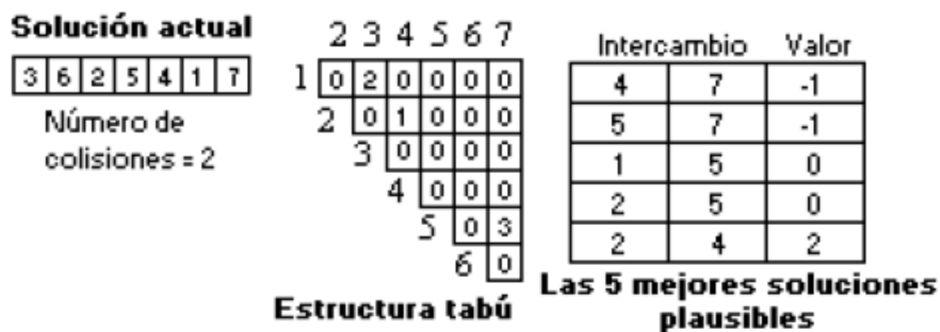


Figura 13, Fuente: Coello [17]

Como el intercambio de las posiciones 4 y 7 no es tabú, procedemos a efectuarlo en la iteración 5, llegando al estado ilustrado en la Figura 14, en el cual tenemos 1 colisión, 3 movimientos tabú y dos movimientos plausibles que nos pueden llevar a

una solución sin colisiones. El problema ahora es que el primero de estos movimientos resulta ser prohibido, porque la estructura tabú tiene un valor de 1 en la casilla (1,3). Sin embargo, al aplicar el criterio de aspiración se determina que este intercambio producirá una solución mejor que la actual, y por tanto se ignora la prohibición. El estado final que se obtiene se ilustra en la Figura 15, y representa una solución aceptable al problema (i.e., es una permutación con cero colisiones). Note que en este ejemplo sólo hubo necesidad de utilizar una memoria de corto plazo (la estructura tabú), pero en general puede resultar necesario hacer acopio también de una memoria de largo plazo. Por ejemplo, podríamos expandir nuestra estructura tabú almacenando un contador de frecuencias para cada intercambio, que indicaría qué movimientos han sido realizados más veces a lo largo de la búsqueda, penalizándolos en consecuencia a fin de hacerlos también tabú. Muchos otros mecanismos han sido propuestos para mejorar la propuesta original de Glover [16], y aunque muchos de ellos se desarrollaron en el contexto de una aplicación en particular, por lo general estas mejoras suelen poder aplicarse a cualquier problema que se desee.

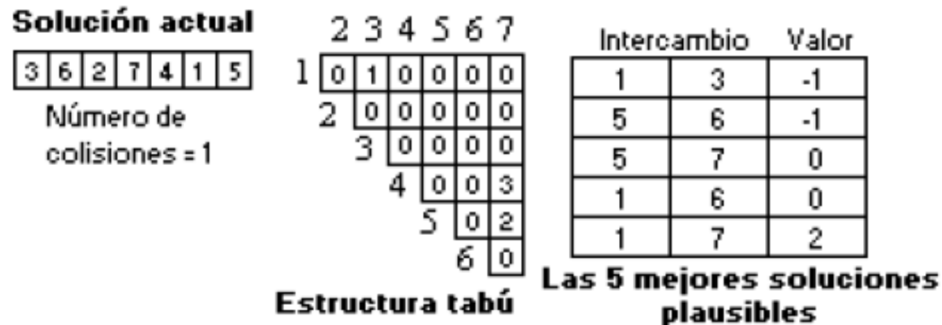


Figura 14, Fuente: Coello [17]

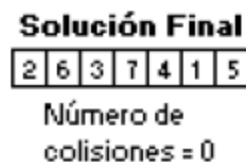


Figura 15, Fuente: Coello [17]

Como referencia podemos citar que Manuel Laguna [18] quien proporciona un ejemplo de implementación en Turbo C 2.0, justificado para el caso de la N reinas, el cual de ser posible podríamos adecuarlo y tomar algunas partes para nuestra implementación.



### **3. Algoritmo aplicado a nuestro proyecto de investigación**

El objetivo de nuestro proyecto es realizar un sistema de información que sea capaz de generar horarios académicos, así como controlar el flujo de información que está relacionada a está.

Ergo, para lograr esta generación de horarios son necesarias variables de entrada y la definición de algunas precondiciones para el uso óptimo del sistema, procederemos a definir las variables del sistema:

- **Ciclo:** Es el periodo de estudios correspondiente a un ciclo determinado, como por ejemplo Ciclo I, Ciclo II, Ciclo X, cada uno de estos relacionado a los cursos correspondientes de cada ciclo por ejemplo Calculo I para el Ciclo I, o Proyecto de Tesis I para el ciclo IX.
- **Curso:** Es la asignatura correspondiente a determinado ciclo y que posee horas académicas establecidas, así como una partición entre teoría, práctica y laboratorio. Además de tener aulas asignadas a cada una de estas particiones, alumnos y un docente para dictar las horas académicas relacionadas a este curso.
- **Grupo:** Es el conjunto de vacantes de un curso disponible para que un número de alumnos pueda matricularse en ese curso y grupo, por ejemplo, el curso de Matemática Básica I, puede poseer tres grupos Grupo 1, Grupo 3 y Grupo 2.
- **Aula:** Es el área donde se dictan los cursos y cada curso y grupo es asignado.
- **Teoría:** Partición del curso que toma cierta cantidad de horas y que requiere un aula para poder ser dictada.
- **Práctica:** Partición del curso que toma cierta cantidad de horas y que requiere un aula para poder ser dictada.

- Laboratorio: Partición del curso que toma cierta cantidad de horas y que requiere un laboratorio para poder ser dictada.
- Hora académica: Es la cantidad de tiempo que toma una hora académica en realizarse, por ejemplo 60, 45 o 30 minutos.

Ahora procederemos a ver las restricciones que son necesarias para la elaboración de los horarios y que son determinantes para el desarrollo del algoritmo de búsqueda Tabú (Tabú Search), las hemos dividido en restricciones principales y alternativas.

#### Restricciones Principales

- Dos grupos no deben estar asignados al mismo tiempo en la misma aula.
- Dos aulas no deben estar asignadas al mismo tiempo con el mismo grupo.
- Dos grupos con el mismo profesor no pueden ser asignados a la misma hora.
- Un grupo no puede estar asignado en horas en las cuales no hay disponible un docente.
- La cantidad de estudiantes no debe exceder al establecido en cada grupo
- El número de horas de un curso no debe exceder al número establecido previamente en el curso.
- Las horas asignadas a un grupo deben ser consecutivas en el día asignado.

- Las horas consecutivas de grupo deben ser programadas en la misma aula.
- Las horas de laboratorio de un curso deben ser programadas para un laboratorio.
- Las horas de práctica de un curso deben ser programadas a un aula.
- Se debe respetar los privilegios o recomendaciones de horas para los cursos.

#### Restricciones Secundarias

- Dos grupos cuyos cursos son del mismo ciclo no deben ser asignados al mismo tiempo.

Ahora procederemos a especificar la solución:

C: Cursos  
P: Profesores  
G: Grupos  
A: Aulas

na : Representa el número de ciclo que tiene la carrera  
nd : Representa el número de días que se imparten clases  
nhd : Representa el número de hora académicas por día

Ahora tenemos las funciones

ciclo(c) : Representa el ciclo en el que un curso “c” es impartido.  
nhs(c) : Representa el número de horas académicas semanales para el curso “c”.  
aula(c) : Representa el aula asignada para el curso “c”.

$\text{disp}(p)$  : Representa los días que el profesor “p” está disponible.  
 $\text{curso}(g)$  : Representa el curso de un determinado grupo “g”  
 $\text{prof}(g)$  : Representa al profesor que dicta determinado grupo “g”  
 $\text{ng}(g)$  : Representa el número de grupo de un determinado grupo “g”  
 $\text{ne}(g)$  : Representa el número de estudiantes que comprende determinado grupo “g”;  
 $\text{cap}(l)$  : Representa la capacidad de alumnos de un laboratorio “l”

Ahora explicaremos gráficamente lo que implementaremos, como explicamos anteriormente, el algoritmo Tabú se basa en una lista Tabú, o secuencias que no se deberían seguir, y optar por otras rutas. Al mismo tiempo debemos recalcar que el número de horarios es igual al número de ciclos de la carrera que está tratándose.

Para esta explicación nos basaremos o analizaremos dos ciclos consecutivos de una facultad F, perteneciente a una Universidad U. Formulemos el ejemplo de la siguiente manera:

Se desea generar los horarios académicos de los semestres  $X_i$  y,  $X_{i+1}$  los cuales son consecutivos, de la Facultad F perteneciente a la Universidad U, en cada ciclo se distribuyen 5 y 4 cursos respectivamente, los cuales tienen una carga horaria como se muestra a continuación:

Para el ciclo  $X_i$

Hay 5 cursos los cuales son:

$\text{Curso}_{i,1}$	=	El curso 1 del ciclo i
$\text{Curso}_{i,2}$	=	El curso 2 del ciclo i
$\text{Curso}_{i,3}$	=	El curso 3 del ciclo i
$\text{Curso}_{i,4}$	=	El curso 4 del ciclo i
$\text{Curso}_{i,5}$	=	El curso 5 del ciclo i

Además, que contaremos con 6 aulas y 2 laboratorios, además de un horario académico de 08.00 a 21:00 horas de lunes a sábado.

El Curso<sub>i,1</sub> tiene la siguiente carga horaria:(j=1)

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j,1}$  = Profesor 1 del curso j  
Lunes : 08:00 a 12:00  
Martes : 08:00 a 10:00  
Viernes : 08:00 a 11:00

$P_{j,2}$  = Profesor 2 del curso j  
Lunes : 10:00 a 12:00  
Miércoles : 08:00 a 10:00  
Viernes : 08:00 a 11:00

$P_{j,3}$  = Profesor 3 del curso j  
Lunes : 10:00 a 12:00  
Martes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 08:00 a 11:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j,1}$  = Grupo 1 del curso j  
 $G_{j,2}$  = Grupo 2 del curso j  
 $G_{j,3}$  = Grupo 3 del curso j

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$$H_{t(i,1)} = 3$$

$$H_{p(i,1)} = 2$$

El Curso $_{i,2}$  tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+1,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+1$   
Miércoles : 08:00 a 10:00  
Jueves : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+1$   
Martes : 08:00 a 10:00  
Miércoles : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+1$   
Martes : 08:00 a 12:00  
Jueves : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,4}$  = Profesor 4 del curso  $j+1$   
Viernes : 08:00 a 12:00  
Martes : 08:00 a 11:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+1,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+1$   
 $G_{j+1,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+1$   
 $G_{j+1,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+1$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i,2)} = 2$   
 $H_{p(i,2)} = 2$

El Curso $_{i,3}$  tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+2$   
Viernes : 10:00 a 13:00  
Lunes : 08:00 a 10:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 08:00 a 13:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 11:00 a 15:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+2$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)}$  = 2  
 $H_{p(i+2,1)}$  = 2

El Curso<sub>i,4</sub> tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+2$   
Jueves : 10:00 a 13:00  
Lunes : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+2$   
Lunes : 11:00 a 14:00  
Jueves : 08:00 a 13:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Lunes : 12:00 a 14:00  
Jueves : 09:00 a 12:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Jueves : 11:00 a 15:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+2$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)} = 2$   
 $H_{p(i+2,1)} = 2$



El Curso<sub>i,5</sub> tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+2$   
Martes : 10:00 a 13:00  
Miércoles : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+2$   
Miércoles : 08:00 a 14:00  
Martes : 08:00 a 13:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Miércoles : 08:00 a 14:00  
Martes : 09:00 a 12:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Martes : 08:00 a 12:00  
Miércoles : 10:00 a 16:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+2$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)}$  = 4  
 $H_{p(i+2,1)}$  = 2

Los horarios estarán representados de la siguiente manera diariamente:

Lunes / Martes / Miércoles / Jueves / Viernes / Sábado

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00								
09:00								
10:00								
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Generamos el horario para el ciclo  $X_i$

Comenzamos con el Curso $_{i,1}$  debido a que es el curso con menor cantidad de profesores registrados, dado que son tres grupos que se deberán crear para este curso, procederemos a iniciar la secuencia del algoritmo Tabú.

Se inicia con cualquier profesor registrado arbitrariamente. Tenemos los siguientes datos:

El Curso $_{i,1}$  tiene la siguiente carga horaria:(j=1)

$P_{j,1}$	=	Profesor 1 del curso j
Lunes	:	08:00 a 12:00
Martes	:	08:00 a 10:00
Viernes	:	08:00 a 11:00
$P_{j,2}$	=	Profesor 2 del curso j
Lunes	:	10:00 a 12:00
Miércoles	:	08:00 a 10:00
Viernes	:	08:00 a 11:00
$P_{j,3}$	=	Profesor 3 del curso j
Lunes	:	10:00 a 12:00
Martes	:	08:00 a 12:00
Viernes	:	08:00 a 11:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j,1}$	=	Grupo 1 del curso j
$G_{j,2}$	=	Grupo 2 del curso j
$G_{j,3}$	=	Grupo 3 del curso j

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$$\begin{aligned}H_{t(i,1)} &= 3 \\ H_{p(i,1)} &= 2\end{aligned}$$

Para  $P_{j,1} P_{j,2} P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00								
09:00								
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Viernes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

El Curso $_{i,2}$  tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+1,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+1$   
Miércoles : 08:00 a 10:00  
Jueves : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+1$   
Martes : 08:00 a 10:00  
Miércoles : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+1$   
Martes : 08:00 a 12:00  
Jueves : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,4}$  = Profesor 4 del curso  $j+1$   
Viernes : 08:00 a 12:00  
Martes : 08:00 a 11:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+1,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+1$   
 $G_{j+1,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+1$   
 $G_{j+1,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+1$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i,2)} = 2$   
 $H_{p(i,2)} = 2$

Para  $P_{j,1} P_{j,2} P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

### Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
10:00								
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Miércoles

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)						
10:00								
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

## Jueves

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
10:00								
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

El Curso $_{i,3}$  tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+2$   
Viernes : 10:00 a 13:00  
Lunes : 08:00 a 10:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 08:00 a 13:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 11:00 a 15:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+2$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)}$  = 2  
 $H_{p(i+2,1)}$  = 2



Para  $P_{j,1} P_{j,2} P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Viernes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

El Curso<sub>i,4</sub> tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso j+2  
Jueves : 10:00 a 13:00  
Lunes : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso j+2  
Lunes : 11:00 a 14:00  
Jueves : 08:00 a 13:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso j+2  
Lunes : 12:00 a 14:00  
Jueves : 09:00 a 12:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso j+2  
Lunes : 08:00 a 12:00  
Jueves : 11:00 a 15:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso j+2  
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso j+2  
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso j+2

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)} = 2$   
 $H_{p(i+2,1)} = 2$

Para  $P_{j,1}$   $P_{j,2}$   $P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Jueves

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
10:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

El Curso<sub>i,5</sub> tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso j+2  
Martes : 10:00 a 13:00  
Miércoles : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso j+2  
Miércoles : 08:00 a 14:00  
Martes : 08:00 a 13:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso j+2  
Miércoles : 08:00 a 14:00  
Martes : 09:00 a 12:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso j+2  
Martes : 08:00 a 12:00  
Miércoles : 10:00 a 16:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso j+2  
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso j+2  
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso j+2

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)}$  = 4  
 $H_{p(i+2,1)}$  = 2

Para  $P_{j,1} P_{j,2} P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

### Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Miércoles

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)						
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

De esta forma se completan los cursos correspondientes para los horarios del Ciclo Xi, quedando de la siguiente manera los horarios diarios:

### Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Miércoles

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)						
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Jueves

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)						
10:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

## Viernes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

El horario de los días sábados no ha sido tomado en cuenta.



Para el ciclo  $X_{i+1}$

Hay 5 cursos los cuales son:

$\text{Curso}_{i+1,1}$  = El curso 1 del ciclo  $i+1$

$\text{Curso}_{i+1,2}$  = El curso 2 del ciclo  $i+1$

$\text{Curso}_{i+1,3}$  = El curso 3 del ciclo  $i+1$

$\text{Curso}_{i+1,4}$  = El curso 4 del ciclo  $i+1$

El  $\text{Curso}_{i,1}$  tiene la siguiente carga horaria: ( $j=1$ )

$P_{j,1}$  = Profesor 1 del curso  $j$

Martes : 08:00 a 10:00

Viernes : 08:00 a 11:00

$P_{j,2}$  = Profesor 2 del curso  $j$

Miércoles : 08:00 a 10:00

Viernes : 08:00 a 11:00

$P_{j,3}$  = Profesor 3 del curso  $j$

Lunes : 10:00 a 12:00

Viernes : 08:00 a 11:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j,1}$  = Grupo 1 del curso  $j$

$G_{j,2}$  = Grupo 2 del curso  $j$

$G_{j,3}$  = Grupo 3 del curso  $j$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i,1)}$  = 2

$H_{p(i,1)}$  = 2

El Curso $_{i,2}$  tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+1,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+1$   
Martes : 08:00 a 10:00  
Lunes : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+1$   
Jueves : 08:00 a 10:00  
Miércoles : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+1$   
Martes : 08:00 a 12:00  
Miércoles : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,4}$  = Profesor 4 del curso  $j+1$   
Jueves : 08:00 a 12:00  
Miércoles : 08:00 a 11:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+1,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+1$   
 $G_{j+1,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+1$   
 $G_{j+1,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+1$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i,2)} = 2$   
 $H_{p(i,2)} = 2$

El Curso $_{i,3}$  tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+2$   
Jueves : 10:00 a 13:00  
Martes : 08:00 a 10:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 08:00 a 10:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Miércoles : 08:00 a 12:00  
Jueves : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Martes : 11:00 a 15:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+2$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)}$  = 2  
 $H_{p(i+2,1)}$  = 2

El Curso<sub>i,4</sub> tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso j+2  
Miércoles : 10:00 a 13:00  
Jueves : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso j+2  
Jueves : 12:00 a 16:00  
Lunes : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso j+2  
Lunes : 11:00 a 15:00  
Martes : 10:00 a 15:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso j+2  
Martes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 10:00 a 18:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso j+2  
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso j+2  
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso j+2

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)}$  = 2  
 $H_{p(i+2,1)}$  = 2

Los horarios estarán representados de la siguiente manera diariamente:

Lunes / Martes / Miércoles / Jueves / Viernes / Sábado

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00								
09:00								
10:00								
11:00								
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Generamos el horario para el ciclo  $X_{i+1}$

Comenzamos con el Curso $_{i,1}$  debido a que es el curso con menor cantidad de profesores registrados, dado que son tres grupos que se deberán crear para este curso, procederemos a iniciar la secuencia del algoritmo Tabú.

Se inicia con cualquier profesor registrado arbitrariamente. Tenemos los siguientes datos:

El Curso $_{i,1}$  tiene la siguiente carga horaria:(j=1)

$P_{j,1}$	=	Profesor 1 del curso j
Martes	:	08:00 a 10:00
Viernes	:	08:00 a 11:00
$P_{j,2}$	=	Profesor 2 del curso j
Miércoles	:	08:00 a 10:00
Viernes	:	08:00 a 11:00
$P_{j,3}$	=	Profesor 3 del curso j
Lunes	:	10:00 a 12:00
Viernes	:	08:00 a 11:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j,1}$	=	Grupo 1 del curso j
$G_{j,2}$	=	Grupo 2 del curso j
$G_{j,3}$	=	Grupo 3 del curso j

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$$\begin{aligned}H_{t(i,1)} &= 2 \\ H_{p(i,1)} &= 2\end{aligned}$$

Para  $P_{j,1} P_{j,2} P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (3)				
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (3)				
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		Curso <sub>i,1</sub> (1)				
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		Curso <sub>i,1</sub> (1)				
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Miércoles

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)		Curso <sub>i,1</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)		Curso <sub>i,1</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Viernes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								



El Curso $_{i,2}$  tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+1,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+1$   
Martes : 08:00 a 10:00  
Lunes : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+1$   
Jueves : 08:00 a 10:00  
Miércoles : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+1$   
Martes : 08:00 a 12:00  
Miércoles : 08:00 a 11:00

$P_{j+1,4}$  = Profesor 4 del curso  $j+1$   
Jueves : 08:00 a 12:00  
Miércoles : 08:00 a 11:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+1,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+1$   
 $G_{j+1,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+1$   
 $G_{j+1,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+1$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i,2)} = 2$   
 $H_{p(i,2)} = 2$

Para  $P_{j,1} P_{j,2} P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)				
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)				
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Miércoles

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)		Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)		Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Jueves

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		Curso <sub>i,2</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		Curso <sub>i,2</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

El Curso $_{i,3}$  tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso  $j+2$   
Jueves : 10:00 a 13:00  
Martes : 08:00 a 10:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 08:00 a 10:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Miércoles : 08:00 a 12:00  
Jueves : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$   
Lunes : 08:00 a 12:00  
Martes : 11:00 a 15:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso  $j+2$   
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso  $j+2$

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$$\begin{aligned} H_{t(i+2,1)} &= 2 \\ H_{p(i+2,1)} &= 2 \end{aligned}$$

Para  $P_{j,1} P_{j,2} P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)				
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)				
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00								
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Miércoles

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Jueves

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		Curso <sub>i,2</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		Curso <sub>i,2</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,3</sub> (3)							
13:00	Curso <sub>i,3</sub> (3)							
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

## Viernes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Observamos que para:

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+2$

Lunes : 08:00 a 12:00

Viernes : 08:00 a 10:00

El horario del día viernes para el profesor anterior, no puede ser asignado ya que no hay aula disponible, tomaremos entonces la opción:

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso  $j+2$

Lunes : 08:00 a 12:00

Martes : 11:00 a 15:00

Primero quitaremos:

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso  $j+2$

Lunes : 08:00 a 12:00

***De esta forma estamos aplicando la restricción Tabú y ya no usaremos este muestreo u opción, por lo que se dejará y no se optará por usarla así que queda restringida, debido a que le quitaremos la asignación:***

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)					
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)				
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)				
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Ahora asignamos:  $P_{j+2,4}$

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)				
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)				
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								



## Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,3</sub> (2)							
13:00	Curso <sub>i,3</sub> (2)							
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

El Curso<sub>i,4</sub> tiene la siguiente carga horaria:

Se registraron 3 profesores con las siguientes cargas:

$P_{j+2,1}$  = Profesor 1 del curso j+2  
Miércoles : 10:00 a 13:00  
Jueves : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,2}$  = Profesor 2 del curso j+2  
Jueves : 12:00 a 16:00  
Lunes : 10:00 a 14:00

$P_{j+2,3}$  = Profesor 3 del curso j+2  
Lunes : 11:00 a 15:00  
Martes : 10:00 a 15:00

$P_{j+2,4}$  = Profesor 3 del curso j+2  
Martes : 08:00 a 12:00  
Viernes : 10:00 a 18:00

En total son 3 grupos necesarios para el curso, representados de la siguiente manera:

$G_{j+2,1}$  = Grupo 1 del curso j+2  
 $G_{j+2,2}$  = Grupo 2 del curso j+2  
 $G_{j+2,3}$  = Grupo 3 del curso j+2

Este curso debe cumplir las siguientes horas de teoría y de práctica

$H_{t(i+2,1)}$  = 2  
 $H_{p(i+2,1)}$  = 2

Para  $P_{j,1} P_{j,2} P_{j,3}$  gestaremos arbitrariamente ya que no existe condición previa:

Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)			
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)		
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)			Curso <sub>i,4</sub> (3)		
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (3)				
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (3)				
12:00	Curso <sub>i,3</sub> (2)							
13:00	Curso <sub>i,3</sub> (2)							
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Miércoles

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (1)				
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (1)				
12:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Jueves

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (2)						
13:00	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (2)						
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

De esta forma se completan los cursos correspondientes para los horarios del Ciclo  $X_{i+1}$ , quedando de la siguiente manera los horarios diarios:

### Lunes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,3</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)			
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)		
12:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)			Curso <sub>i,4</sub> (3)		
13:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Martes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,3</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (3)				
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (3)				
12:00	Curso <sub>i,3</sub> (2)							
13:00	Curso <sub>i,3</sub> (2)							
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Miércoles

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (2)	Curso <sub>i,2</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (1)				
11:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (1)				
12:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
13:00	Curso <sub>i,5</sub> (1)	Curso <sub>i,5</sub> (2)	Curso <sub>i,5</sub> (3)					
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

### Jueves

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)				
09:00	Curso <sub>i,2</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,2</sub> (2)				
10:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,4</sub> (1)	Curso <sub>i,4</sub> (2)	Curso <sub>i,4</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (2)						
13:00	Curso <sub>i,3</sub> (3)	Curso <sub>i,4</sub> (2)						
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

## Viernes

Hora/Aula	101	102	103	104	105	106	Lab01	Lab02
08:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)		
09:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)		
10:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
11:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
12:00	Curso <sub>i,1</sub> (1)	Curso <sub>i,1</sub> (2)	Curso <sub>i,1</sub> (3)					
13:00								
14:00								
15:00								
16:00								
17:00								
18:00								
19:00								
20:00								
21:00								

El horario de los días sábados no ha sido tomado en cuenta.

## **V. Aporte Práctico**

Para el desarrollo o implementación de esta tesis hemos hecho uso de la metodología RUP. A continuación, pasamos a enumerar los documentos que mostraremos:

### **Modelo de Negocio**

- Identificación de Entidades de Negocio
- Identificación de Trabajadores de Negocio
- Reglas de Negocio
- Casos de Uso del Negocio

### **Visión del Software**

#### **Casos de Uso del Sistema**

- Diagrama
- Especificación de cada caso de Uso

### **Documento de arquitectura de Software**



## Identificación de Entidades de Negocio

### 1. Introducción

#### 1. Propósito

Identificar dentro del proceso de la Asignación de Carga Lectiva las entidades del negocio.

#### 2. Alcance

El presente documento busca especificar y detallar cada trabajador del negocio indicando su descripción y su responsabilidad dentro del negocio.

#### 3. Referencias

Para una mayor comprensión analizar y revisar los siguientes documentos en Word:

- Diagrama de Actividades: Asignar Grupos.
- Diagrama de Actividades: Determinar Horario Preliminar.
- Diagrama de Actividades: Determinar Carga Lectiva.

### 2. Diagrama de Entidades de Negocio

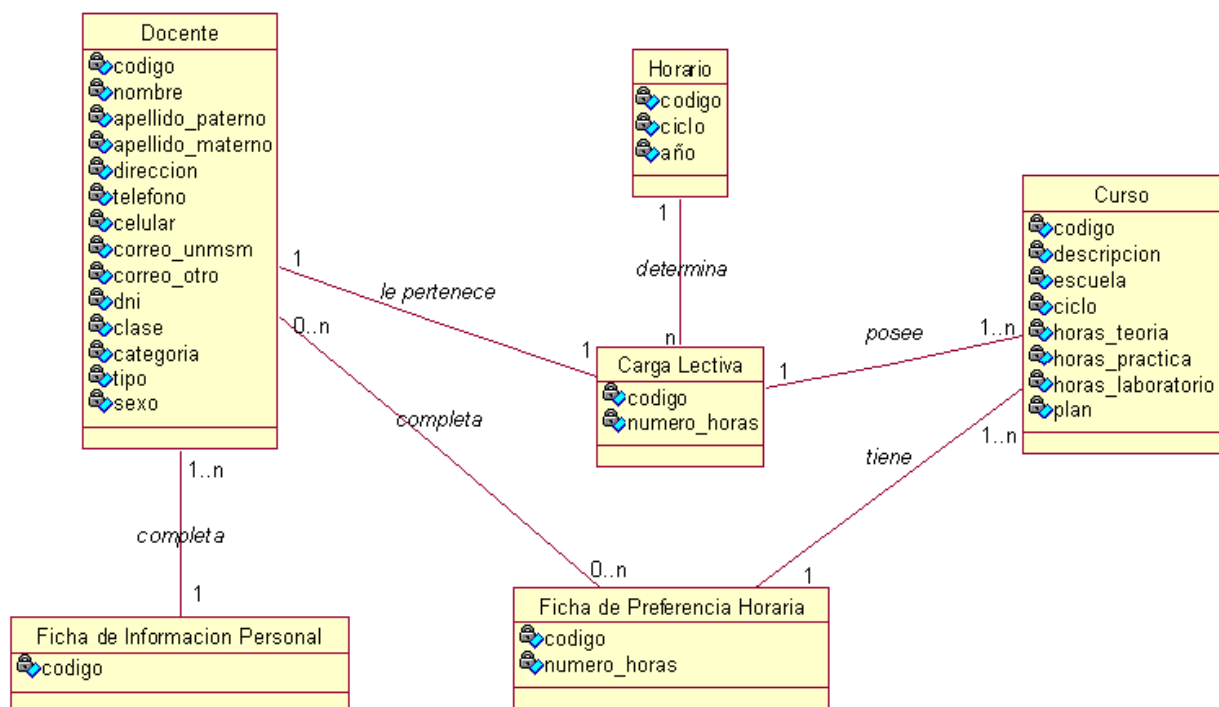


Figura 16, Entidades de Negocio

### **3. Entidades de Negocio**

#### **1. Docente**

*1. Descripción*

Usuario a quien se le asignará una determinada carga lectiva.

*2. Origen*

Su origen se da cuando se le solicita su información personal, de disponibilidad horaria y de preferencia de los cursos.

*3. Tipo*

Primario.

#### **2. Carga Lectiva**

*1. Descripción*

Cantidad de horas que un docente dictará en una determinada facultad.

*2. Origen*

Se origina cuando se tiene toda la información relevante de los docentes, cursos, etc. para empezar a asignar la carga lectiva a un determinado docente.

*3. Tipo*

Primario.

#### **3. Curso**

*1. Descripción*

Materia educativa que se dicta en una institución educativa.

*2. Origen*

Su origen está cuando se escoge una hora, un aula o laboratorio y un docente para un determinado curso.

*3. Tipo*

Primario.

#### **4. Horario**

*1. Descripción*

Documento que contempla las horas de dictado de los cursos, lugar y docente.

*2. Origen*

Su origen se da cuando se han terminado de asignar las cargas lectivas a todos los docentes.

*3. Tipo*

Secundario.

#### **5. Ficha de Información Personal**

*1. Descripción*

Ficha donde el docente constata toda su información personal y académica.

*2. Origen*

Se origina cuando el docente se acerca a la FISI a recoger la ficha y proceder al llenado de la misma.

*3. Tipo*

Primario.

#### **6. Ficha de Preferencia Horaria**

*1. Descripción*

Ficha donde el docente constata los días y horas en las que está disponible para dictar cursos en la FISI.

*2. Origen*

Se origina cuando el docente se acerca a la Facultad a recoger la ficha y proceder al llenado de la misma.

*3. Tipo*

Primario.

## **Identificación de Trabajadores de Negocio**

### **1. Introducción**

#### **1. Propósito**

Identificar dentro del proceso de la Asignación de Carga Lectiva, quienes son los trabajadores del negocio y su papel dentro de todo el proceso.

#### **2. Alcance**

El presente documento busca especificar y detallar cada trabajador del negocio indicando su descripción y su responsabilidad dentro del negocio.

#### **3. Referencias**

Para una mayor comprensión analizar y revisar los siguientes documentos en Word:

- Informe de Entrevistas.
- Glosario.

### **2. Trabajadores del Negocio**

#### **1. Dirección Académica FISI**

##### *1. Representa*

Usuario que brinda información de suma importancia para la creación del número de grupos en un determinado curso.

##### *2. Descripción*

Órgano encargado de prestar servicios y apoyo de orden académico a los estudiantes y docentes de la FISI.

##### *3. Responsabilidad*

Responsable de brindar la información de los alumnos aptos a llevar determinados cursos en el siguiente semestre académico y de publicar los horarios una vez terminados.

## **2. Secretaria**

### *1. Representa*

Usuario encargado de entregar a los docentes las fichas de preferencia horaria y de información personal.

### *2. Descripción*

Persona encargada de apoyar las labores administrativas del Director Académico.

### *3. Responsabilidad*

Persona encargada de coordinar con los docentes el correcto llenado de las fichas e indicarles las fechas límites de las entregas de las mismas.

## **3. Otras Facultades**

### *1. Representa*

Usuarios que requieren docentes del Departamento de Ciencias de la Computación para sus respectivas facultades.

### *2. Descripción*

Encargados de solicitar docentes de la especialidad de Ciencias de la Computación.

### *3. Responsabilidad*

Encargados de mandar solicitudes de docentes para cursos de la especialidad de computación en sus facultades.

## **Reglas del Negocio**

### **1. Introducción**

Las reglas del negocio definen las restricciones para cada actividad o proceso que desarrolle la empresa u organización.

Estas reglas del negocio definirán las restricciones a tomar en cuenta a la hora de desarrollar las demás etapas del proyecto.

Dichas reglas en su totalidad fueron obtenidas por las entrevistas a los usuarios del negocio, así como al resto de involucrados.

#### **1. Propósito**

El propósito del documento es definir todas las reglas, restricciones y políticas que rigen el proceso de asignación de carga lectiva, para ser tomadas como base para desarrollar el sistema.

#### **2. Alcance**

El alcance del documento abarca desde el inicio del ciclo académico pasando por las etapas de registro de disponibilidad horaria, registro de horarios, asignación de carga lectiva y la futura publicación y entrega de la carga lectiva a los docentes

#### **3. Referencias(OBS)**

- Informe de entrevistas.
- Glosario.
- Especificación de casos de uso.
- Diagrama de clases de análisis.
- Diagrama de actividades.

#### **4. Descripción**

El resto del documento abarca todas las reglas definidas del negocio; teniendo en consideración que el orden de las reglas serán primero las más importantes por ser críticas para el negocio, seguidas de las que abarcan un conjunto indivisible de reglas.

## **2. Definiciones**

### **1. Entrega de Carga Horaria a Docentes**

La entrega de carga lectiva al docente tiene una validez temporal debido a que puede cambiar dependiendo de algunas circunstancias del proceso; como, por ejemplo: cambio de horario respetando la preferencia horaria llenada por el docente incluso el mismo horario de dictado de los cursos.

### **2. Llenado de Preferencia Horaria**

En el Llenado de preferencia horaria se tienen en cuenta varias consideraciones:

- El docente tiene como llenar como mínimo 10 horas en el caso de un docente de dedicación exclusiva y de 40 horas. Para las demás clases de docentes el mínimo de dictado es de 6 horas.

### **3. Asignación de Carga Lectiva**

1. La asignación de carga lectiva se hace respetando la preferencia horaria registrada por el docente, así como el mínimo de horas para su clase.
2. No puede empezar el proceso de asignación si antes no se cumplió la fecha estimada para el llenado de la preferencia horaria dada por el Departamento ni tampoco se han entregado la demanda de los diferentes cursos según el Plan de Estudios, ya sea 1999 o 2002. El docente que no registre su preferencia horaria en las fechas indicadas corre el riesgo que no se le asigne carga alguna. La no entrega de la demanda de alumnos aptos para llevar los cursos implica un problema al no tener un estimado del posible número de grupos para un determinado curso.

3. La prioridad de asignación es la que sigue:
  - Tipo de docente de Tiempo Completo a Contratado.
4. Los profesores a tiempo completo se le asignarán las horas de teoría y práctica con prioridad dejando las horas de laboratorio para los profesores contratados

#### **4. Registro de nuevos Docentes**

Los docentes pueden registrarse, y estarán hábiles de participar en el proceso de la generación de horarios una vez estos son validados por el departamento encargado.

#### **5. Asignación de Carga Horaria Externa**

La asignación de carga horaria externa se hace siguiendo los mismos criterios de la carga lectiva de la facultad a excepción que las demás facultades piden docentes para determinados cursos del área de informática la cual serán asignados después de la asignación interna.

La petición de profesores a otras facultades será hecha una vez terminado la asignación de carga lectiva interna (profesores de cursos que no se ajusten a las cinco (5) líneas de investigación, ejemplo: Matemática Básica I, II, etc.).

#### **6. Asignación de aulas y laboratorios**

La asignación de aulas y/o laboratorios se hace dependiendo de la cantidad de cupos para un determinado curso y/o laboratorio, se asigna las aulas fijándose que no haya doble asignación a una misma hora.

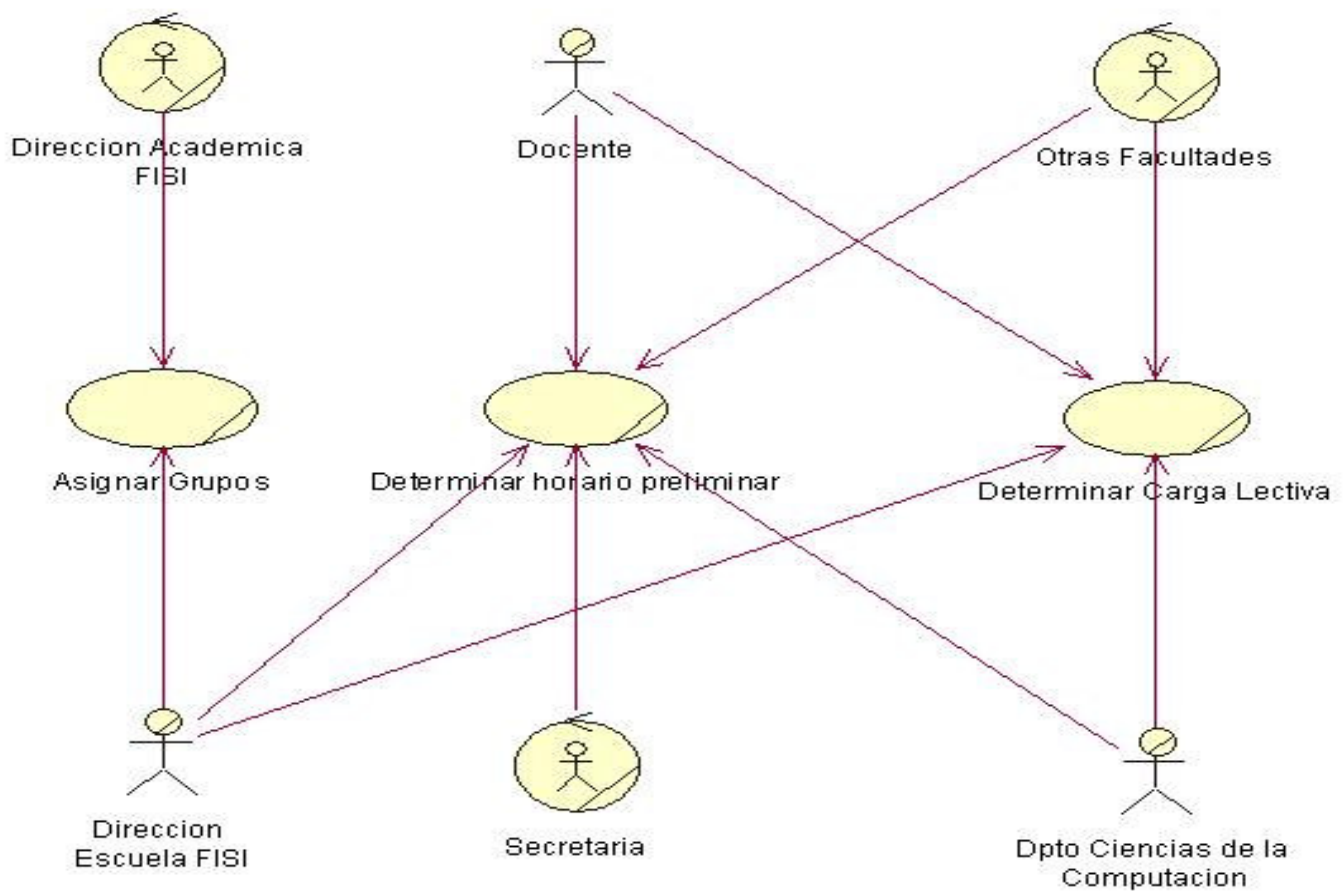
#### **7. Registro de horarios**

El registro de horarios está a cargo de la escuela académica la cual puede efectuar cambios por diversos motivos los cuales tiene que ser contemplados por el Departamento para su inmediata asignación de docentes.



Con los que respecta al armado de horarios no está en el límite del negocio, es decir no depende del Departamento de Ciencias de la Computación sino de la Escuela.

### **DIAGRAMA DE CASOS DE USO NEGOCIO**



*Figura 17, Diagramas de Caso de Uso de Negocio*



# VISION

## 1. Propósito

Mejorar el proceso de Asignación de la carga lectiva a través de un sistema que automatice sus procesos operacionales y ayuda al usuario para la toma de decisiones.

## 2. Alcance

El campo de acción será el campo académico de la Facultad de Ingeniería de sistemas y sus usuarios identificados con el proceso (Director de escuela, Jefe de Dpto. de ciencias de la computación).

## 3. Definiciones, Acrónimos, y Abreviaciones

### 1.3.1 Definiciones:

*DISPONIBILIDAD HORARIA*: Es el tiempo que un docente puede dictar clases en una facultad.

*CARGA HORARIA*: Es la relación de cursos que puede dictar cada docente según su especialidad.

### 1.3.2. Acrónimos:

*EAPIS*: Escuela académica profesional de ingeniería de sistemas.

*RUP*: *Rational Unified Process*, Proceso Unificado Racional.

### 1.3.3. Abreviaturas

*SW*: software

*HW*: hardware.

#### 4. Referencias

*RUP*:(Rational Unified Process): Metodología usada para modelar y realizar el diseño de nuestro sistema.

#### 5. Resumen del Producto

##### 1. Perspectiva del Producto

El sistema de Asignación de carga lectiva para la FISl, no tiene precedentes. SGH es independiente de otros sistemas que posee la facultad y de la universidad, los usuarios externos como docentes son capacitados para usarlo, por ser vía Web pueden acceder desde cualquier punto haciéndoles mucho más fácil su labor.

##### 2. Resumen de Capacidades

Función	Características	Beneficios
Generar Horarios	El sistema debe de tener información como horarios y aulas, así este puede realizar la carga lectiva a cada docente	Rapidez del proceso, ahorro de recursos innecesarios, automatización de los procesos, mejor manejo de información de cada docente.
Registrar información de disponibilidad docente	Los docentes llenan fichas de datos, experiencia y disponibilidad laboral, el sistema registra esta información para designar la carga lectiva.	Esta información ayudara a tener un control de las veces que enseña este docente y así poder tomar decisiones sobre docentes
Mostrar carga información del docente vía Web	El sistema registra los datos del docente, así este puede ver, modificar su ficha de datos; así mismo el sistema puede tenerlo al tanto de las posibles variaciones en su asignación de carga.	El docente tendrá actualizado sus datos como también modificar su hoja de experiencia laboral.

## **6. Restricciones**

Los parámetros externos como la disponibilidad de docentes de una especialidad para el dictado de clases son importantes, sin ello se tendrían que tomar otras medidas como concursos público docente.

El diseño está pensado en la necesidad de la FISI en caso de que quisiese implementar para otra facultad tendría problemas, porque no maneja para metros como distintas escuelas, el tipo de cursos y las políticas de cada facultad son distintas, etc.

## DIAGRAMA DE CASOS DE USO SISTEMA

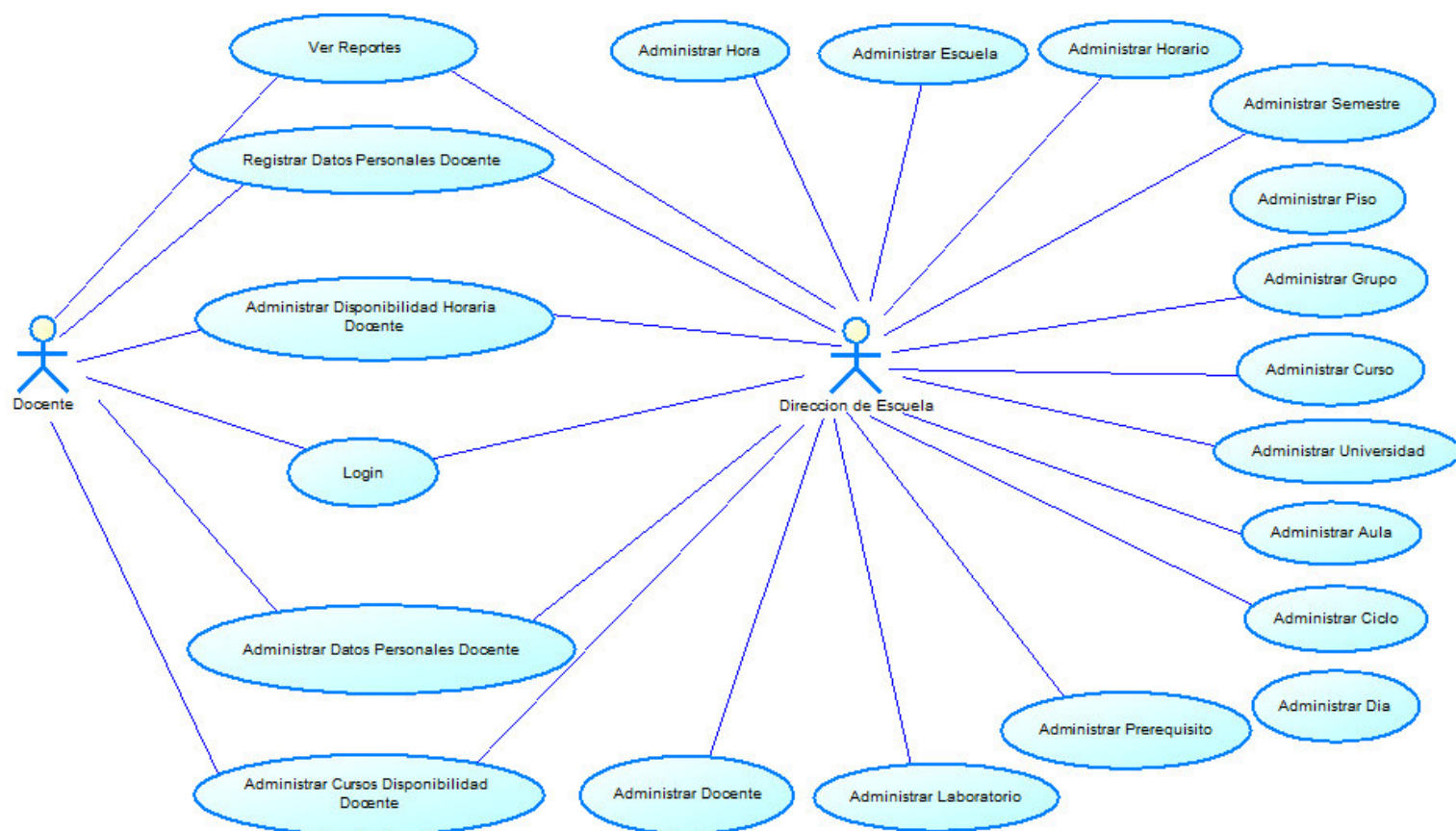


Figura 18, Diagramas de Caso de Uso de Sistema

# Especificación de los casos de Uso de Sistema

## Especificación de Caso de Uso: Administrar Escuelas *(Figura 18-1)*

### 1. Actualizar datos

#### 1.1 Breve Descripción

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de las Escuelas, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar Escuelas.

### 2. Flujo de Eventos

#### 2.1 Flujo Básico

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todas las Escuelas.

2.1.2 Especifica el nombre de la escuela.

2.1.3 Guarda y Registra la escuela.

#### 2.2 Flujo Alternativo

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona “Editar” visualiza los datos y queda presto para actualizar.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona “Eliminar” eliminará la escuela especificada.

### 3. Requerimientos Especiales

3.1 No hay requerimiento especial

### 4. Pre-Condiciones

4.1 El usuario debe estar logueado.

### 5. Post-Condiciones

5.1 El Escuela fue mantenido.

### 6. Puntos de Extensión

6.1 No hay punto de extensión

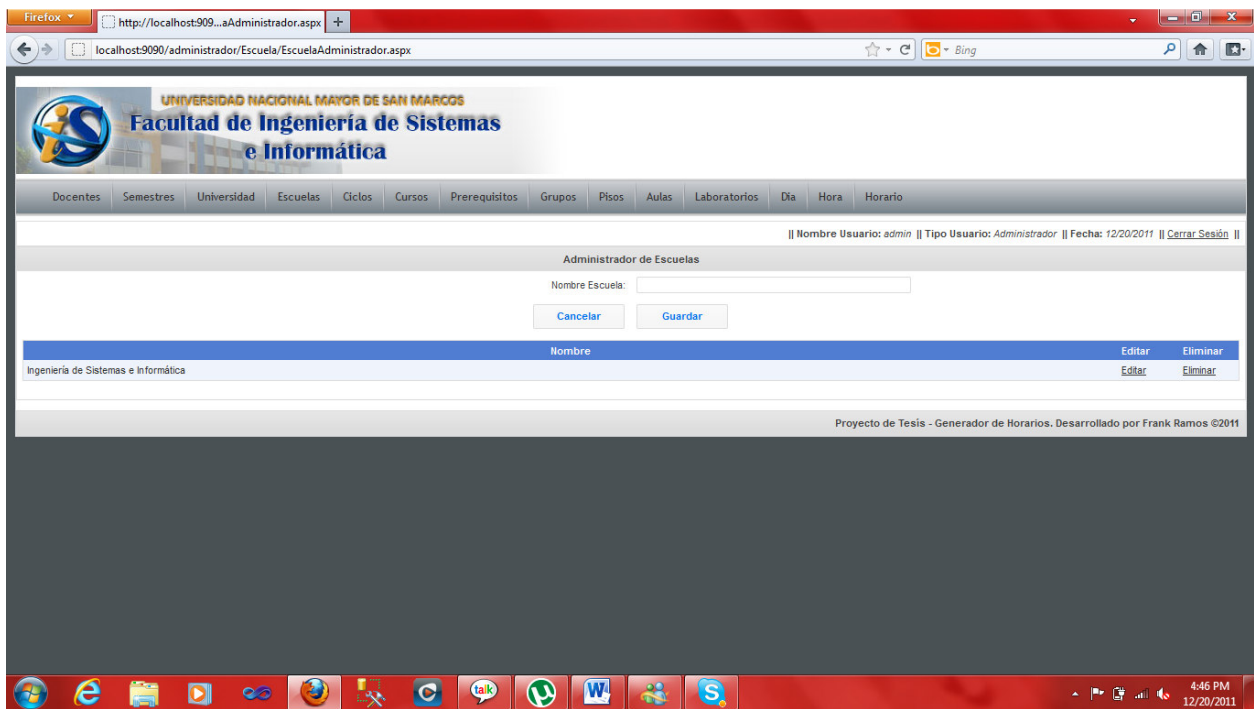


Figura 18-1, Administrar Escuelas



## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Docentes** *(Figura 18-2)*

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de los Docentes, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar Docentes.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los Docentes.

2.1.2 Especifica los parámetros de búsqueda para buscar el docente.

2.1.3 Busca el Docente.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona “Ver” visualiza los datos personales del Docente a la que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona “Activar” entonces habilitará el Docente especificado.

2.2.3 En 2.1.1 si el usuario presiona “Desactivar” entonces deshabilitará el Docente especificado.

2.2.4 En 2.1.1 si el usuario presiona “Eliminar” entonces eliminará el Docente especificado.

2.2.5 En 2.1.1 si el usuario presiona “Cursos” entonces visualizara los cursos seleccionados por el Docente especificado.

2.2.6 En 2.1.1 si el usuario presiona “Disponibilidad” entonces visualizara las horas seleccionadas por el Docente especificado.

2.2.7 En 2.1.1 si el usuario presiona “Horario” entonces visualizará el horario asignado al docente luego de que los horarios han sido generados para el Docente especificado.

### **3. Requerimientos Especiales**

#### **3.1 No hay requerimiento especial**

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 El Docente fue mantenido.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

Firefox | http://localhost:9090...eAdministrador.aspx

localhost:9090/administrador/Docente/DocenteAdministrador.aspx

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática**

Docentes Semestres Universidad Escuelas Ciclos Cursos Prerequisitos Grupos Pisos Aulas Laboratorios Día Hora Horario

|| Nombre Usuario: admin || Tipo Usuario: Administrador || Fecha: 12/20/2011 || Cerrar Sesión ||

Administrador de Docentes

Apellido Paterno:  Apellido Materno:  Nombres:  Código:  Género:   
 Universidad:  Facultad:  Tipo Docente:  Estado Docente:   
[Búsqueda por Cursos](#) [Buscar](#)  
[Nuevo Docente](#)

A. Paterno	A. Materno	Nombres	Género	Tipo Docente	Estado	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
Romero	Naupari	Pablo	Masculino	Tiempo Parcial	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
Mota	Alva	Lazaro	Masculino	Tiempo Parcial	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
ruiz	rivera	maria elena	Femenino	Tiempo Parcial	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
guerra	grados	luis	Masculino	Tiempo Parcial	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
Ortiz	Blas	Carlos	Masculino	Tiempo Parcial	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
rojas	cauti	saul	Masculino	Tiempo Parcial	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
carhuamaca	Ticse	Gregorio	Masculino	Tiempo Parcial	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
pon	quispe	julio	Masculino	Tiempo Parcial	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
castro	leon	gloria	Masculino	Tiempo Completo	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
gamboa	cruzado	javier	Masculino	Contratado	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario
carrasco	ore	nilo	Masculino	Contratado	Activo	Ver	Editar	Activar	Eliminar	Cursos	Disponibilidad	Horario

4:48 PM 12/20/2011

Figura 18-2, Administrar Docentes

## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Días** *(Figura 18-3)*

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de los Días, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar Días.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los Días.

2.1.2 Especifica el nombre del día.

2.1.3 Guarda o registra el Día.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1. Si el usuario presiona “Editar” editará los datos del Día a la que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1. Si el usuario presiona “Eliminar” entonces eliminara el Día especificado.

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 No hay requerimiento especial

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 El Día fue mantenido.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

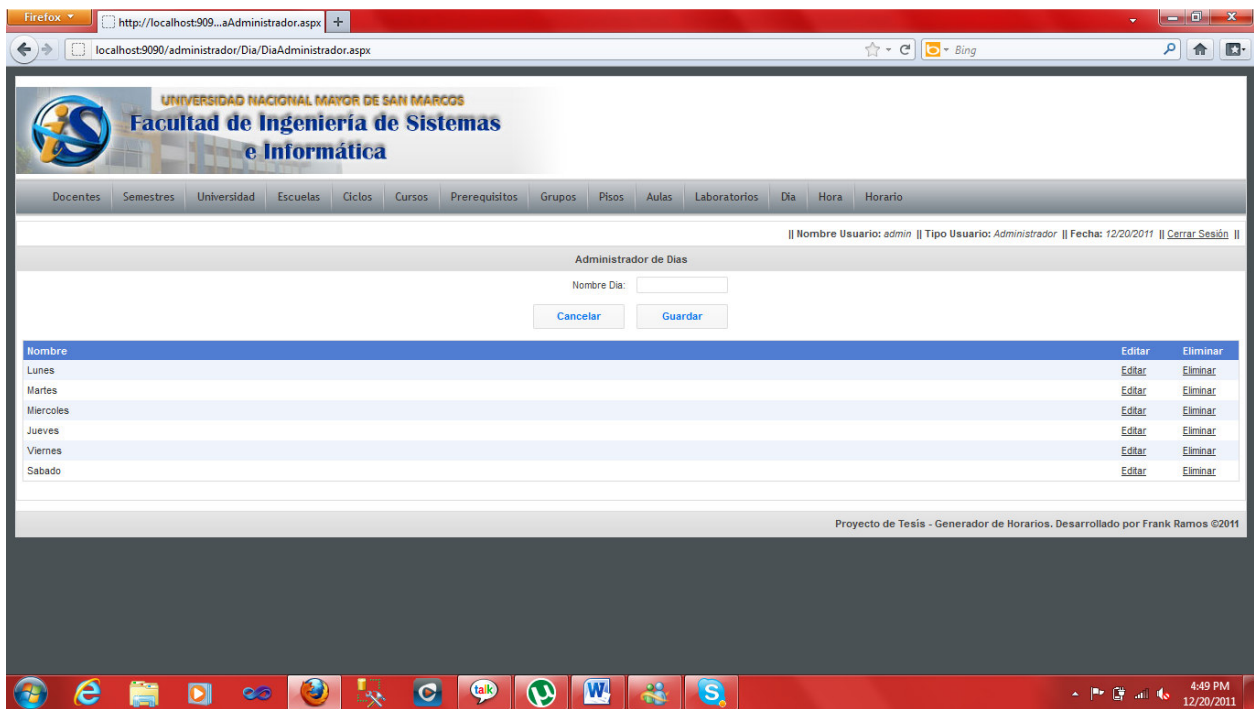


Figura 18-3, Administrar Días

## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Ciclo** *(Figura 18-4)*

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de los ciclos, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar Ciclos, identificadas por su Escuela correspondiente.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los ciclos identificadas por su escuela correspondiente.

2.1.2 Elige la escuela correspondiente.

2.1.3 Especificar el nombre del ciclo.

2.1.4 Guardar el ciclo especificado.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona “Editar” editará los datos del ciclo a la que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona “Eliminar” entonces eliminara el ciclo especificado.

### **3. Requerimientos Especiales**

#### **3.1 No hay requerimiento especial**

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 El ciclo fue mantenido.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

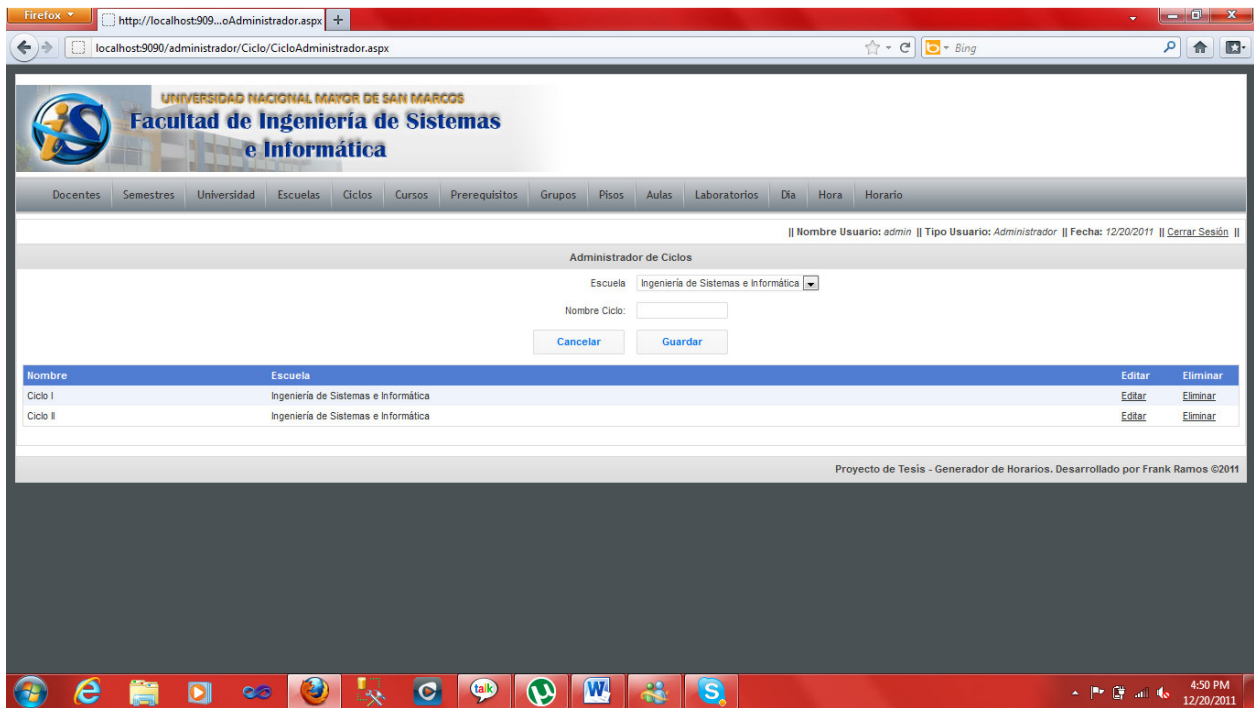


Figura 18-4, Administrar Ciclo

## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Curso** *(Figura 18-5)*

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de los Cursos, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar Cursos, identificadas por su Escuela y Ciclo correspondiente.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

- 2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los Cursos identificadas por su escuela y Ciclo correspondiente.
- 2.1.2 Elige la escuela correspondiente.
- 2.1.3 Elige si es que el curso necesita el uso del proyector.
- 2.1.4 Especifica el nombre del curso.
- 2.1.5 Especifica el número de horas de teoría.
- 2.1.6 Especifica el número de horas de práctica.
- 2.1.7 Especifica el número de horas de laboratorio.
- 2.1.8 Guarda o registra el curso.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

- 2.2.1 En 1 si el usuario presiona "Editar" editará los datos del Curso a la que está especificando.
- 2.2.2 En 1 si el usuario presiona "Eliminar" entonces eliminara el Curso especificado.

### **3. Requerimientos Especiales**

#### **3.1 No hay requerimiento especial**

### **4. Pre-Condiciones**

#### **4.1 El usuario debe estar logueado.**

### **5. Post-Condiciones**

#### **5.1 El Curso fue mantenido.**

### **6. Puntos de Extensión**

#### **6.1 No hay punto de extensión**

Firefox | http://localhost:9090...oAdministrador.aspx

localhost:9090/administrador/Curso/CursoAdministrador.aspx

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática**

Docentes Semestres Universidad Escuelas Ciclos Cursos Prerequisitos Grupos Pisos Aulas Laboratorios Dia Hora Horario

|| Nombre Usuario: admin || Tipo Usuario: Administrador || Fecha: 12/20/2011 || Cerrar Sesión ||

**Administrador de Cursos**

Escuela: Ingeniería de Sistemas e Informática

Ciclo: Ciclo I

Nombre Curso:

Horas Teoría:

Horas Práctica:

Horas Laboratorio:

Proyector: ☐

Nombre	Horas Teoría	Horas Práctica	Horas Laboratorio	Proyector	Ciclo	Escuela	Editar	Eliminar
ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
CALCULO I	3	2	0	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
COMPUTACION E INFORMATICA	3	0	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
MATEMATICA BASICA I	3	2	0	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
TALLER DE TECNICAS DE ESTUDIO	3	0	0	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
TEORIA DE SISTEMAS	3	0	0	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>

4:50 PM 12/20/2011

Figura 18-5, Administrar Cursos



## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Aula** *(Figura 18-6)*

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de las aulas, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar aulas, identificadas por su piso correspondiente.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todas aulas identificadas por su piso correspondiente.

2.1.2 Elige el piso sobre el cual se agregará el aula.

2.1.3 Selecciona si el aula posee un proyector.

2.1.4 Especifica una capacidad para el aula.

2.1.5 Especifica un nombre o numero para el aula.

2.1.6 Guardar el aula especificada

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el docente presiona "Editar" editará los datos del aula a la que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1 si el docente presiona "Eliminar" entonces eliminara e l aula especificada.

### **3. Requerimientos Especiales**

#### **3.1 No hay requerimiento especial**

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 El aula fue mantenida.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

Firefox | http://localhost:9090...aAdministrador.aspx

localhost:9090/administrador/Aula/AulaAdministrador.aspx

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática**

Docentes Semestres Universidad Escuelas Ciclos Cursos Prerequisitos Grupos Pisos Aulas Laboratorios Dia Hora Horario

|| Nombre Usuario: admin || Tipo Usuario: Administrador || Fecha: 12/20/2011 || Cerrar Sesión ||

**Administrador de Aulas**

Piso:

Nombre Aula:

Cantidad Alumnos:

Proyector: ☐

Nombre	Cantidad	Proyector	Piso	Editar	Eliminar
Aula 100	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
103	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
104	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
105 - A	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
105 - B	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
106	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
107	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
108	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
110	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar
101	60	Si	Piso I	Editar	Eliminar

4:50 PM 12/20/2011

Figura 18-6, Administrar Aulas

## **Especificación de Caso de Uso: Administrar de Grupos** (Figura 18-7)

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de los Grupos, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar Grupos.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los Grupos.

2.1.2 Especifica la Escuela.

2.1.3 Especifica el curso.

2.1.4 Especifica el número de grupo.

2.1.5 Especifica la cantidad de alumnos

2.1.6 Guardar y registra el grupo.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona "Editar" visualiza los datos y queda presto para actualizar.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona "Eliminar" eliminará la Grupo especificada.

2.2.3 En 2.1.1 si el usuario presiona "Prefijar" prefijará por defecto al grupo asociándolo docente y horarios específicos.

### **3. Requerimientos Especiales**

#### **3.1 No hay requerimiento especial**

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 El Grupo fue mantenido.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

Firefox | http://localhost:9090...oAdministrador.aspx | localhost:9090/administrador/Grupo/GrupoAdministrador.aspx

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática**

Docentes Semestres Universidad Escuelas Ciclos Cursos Prerequisitos Grupos Pisos Aulas Laboratorios Día Hora Horario

|| Nombre Usuario: admin || Tipo Usuario: Administrador || Fecha: 12/20/2011 || [Cerrar Sesión](#) ||

Administrador de Grupos

Escuela: Ingeniería de Sistemas e Informática

Ciclo: Ciclo I

Curso: ALGORITMICA I

Nombre Grupo:

Cantidad de Alumnos:

Numero	Curso	Horas Teoría	Horas Práctica	Horas Laboratorio	Proyector	Ciclo	Escuela	Prefijar	Editar	Eliminar
Grupo 1	ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Prefijar</a>	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
Grupo 2	ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Prefijar</a>	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
Grupo 3	ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Prefijar</a>	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>
Grupo 4	ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Prefijar</a>	<a href="#">Editar</a>	<a href="#">Eliminar</a>

Proyecto de Tesis - Generador de Horarios. Desarrollado por Frank Ramos ©2011

4:51 PM 12/20/2011

Figura 18-7, Administrar Grupos

## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Semestre** *(Figura 18-8)*

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de semestres, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar semestres, identificadas por su nombre correspondiente.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los semestres identificados por Número, Semestre y Fecha de registro.

2.1.2 Ingresa el nombre del semestre.

2.1.3 Guardar el semestre especificado.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona “Editar” editará los datos del semestre al que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona “Activar” seleccionará el semestre como activo y toda la información registrada desde ese momento se almacenará bajo ese semestre/

2.2.3 En 2.1.1 si el usuario presiona “Eliminar” entonces eliminara el semestre especificado.

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 No hay requerimiento especial

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 El semestre fue mantenido.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

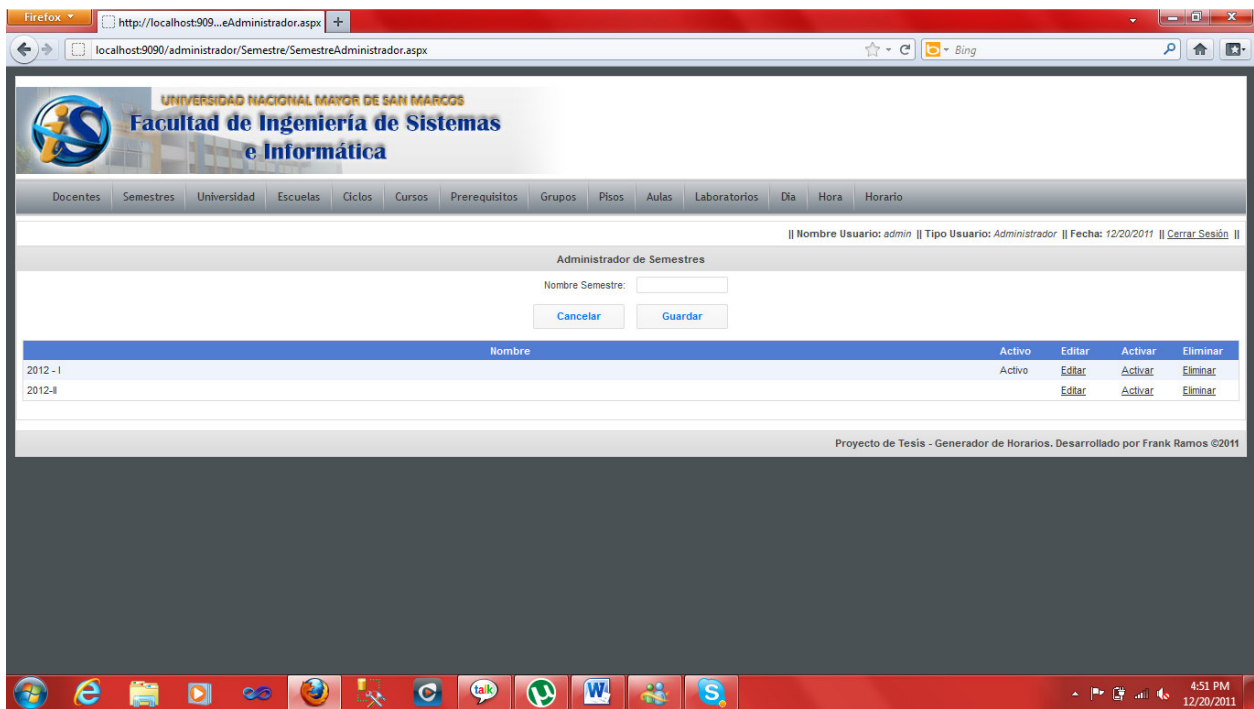


Figura 18-8, Administrar Semestre

## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Prerrequisito** (Figura 18-9)

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de los prerrequisitos, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar prerrequisitos, identificadas por su Escuela, Ciclo y Curso correspondiente.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los prerrequisitos identificados por su Escuela, Ciclo y Curso.

2.1.2 Elige la Escuela, Ciclo y Curso.

2.1.3 Elige el Ciclo Prerrequisito y el Curso Prerrequisito.

2.1.4 Especifica una capacidad para el aula.

2.1.5 Guardar el prerrequisito especificado.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona “Editar” editará los datos del prerrequisito al que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona “Eliminar” entonces eliminará el prerrequisito especificado.

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 No hay requerimiento especial

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 El prerrequisito fue mantenido.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

Firefox | http://localhost:9090...oAdministrador.aspx | localhost:9090/administrador/Prerequisito/PrerequisitoAdministrador.aspx

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática**

Docentes Semestres Universidad Escuelas Ciclos Cursos Prerequisitos Grupos Pisos Aulas Laboratorios Día Hora Horario

|| Nombre Usuario: admin || Tipo Usuario: Administrador || Fecha: 12/20/2011 || Cerrar Sesión ||

**Administrador de Prerequisitos**

Escuela: Ingeniería de Sistemas e Informática

Ciclo: Ciclo II

Curso: FISICA GENERAL

Prerequisitos Previos: **CALCULO I**

Ciclo Prerequisito: Ciclo I

Curso Prerequisito: ALGORITMICA I

Cancelar Guardar

Escuela	Ciclo	Curso	Curso Prerequisito	Editar	Eliminar
Ingeniería de Sistemas e Informática	Ciclo II	ALGORITMICA II	ALGORITMICA I	Editar	Eliminar
Ingeniería de Sistemas e Informática	Ciclo II	CALCULO II	CALCULO I	Editar	Eliminar
Ingeniería de Sistemas e Informática	Ciclo II	MATEMATICA BASICA II	MATEMATICA BASICA I	Editar	Eliminar
Ingeniería de Sistemas e Informática	Ciclo II	FISICA GENERAL	CALCULO I	Editar	Eliminar
Ingeniería de Sistemas e Informática	Ciclo II	ESTRUCTURA DE DATOS	ALGORITMICA I	Editar	Eliminar

Proyecto de Tesis - Generador de Horarios. Desarrollado por Frank Ramos ©2011

4:51 PM 12/20/2011

Figura 18-9, Administrar Prerequisitos



## **Especificación de Caso de Uso: Administrar de Piso** *(Figura 18-10)*

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de los pisos, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar pisos, identificadas por su nombre correspondiente.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los pisos identificadas por su nombre correspondiente.

2.1.2 Especifica un nombre o numero para el piso.

2.1.3 Guardar el piso especificado.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona “Editar” editará los datos del piso al que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona “Eliminar” entonces eliminara el piso especificado.

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 No hay requerimiento especial

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 El piso fue mantenido.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

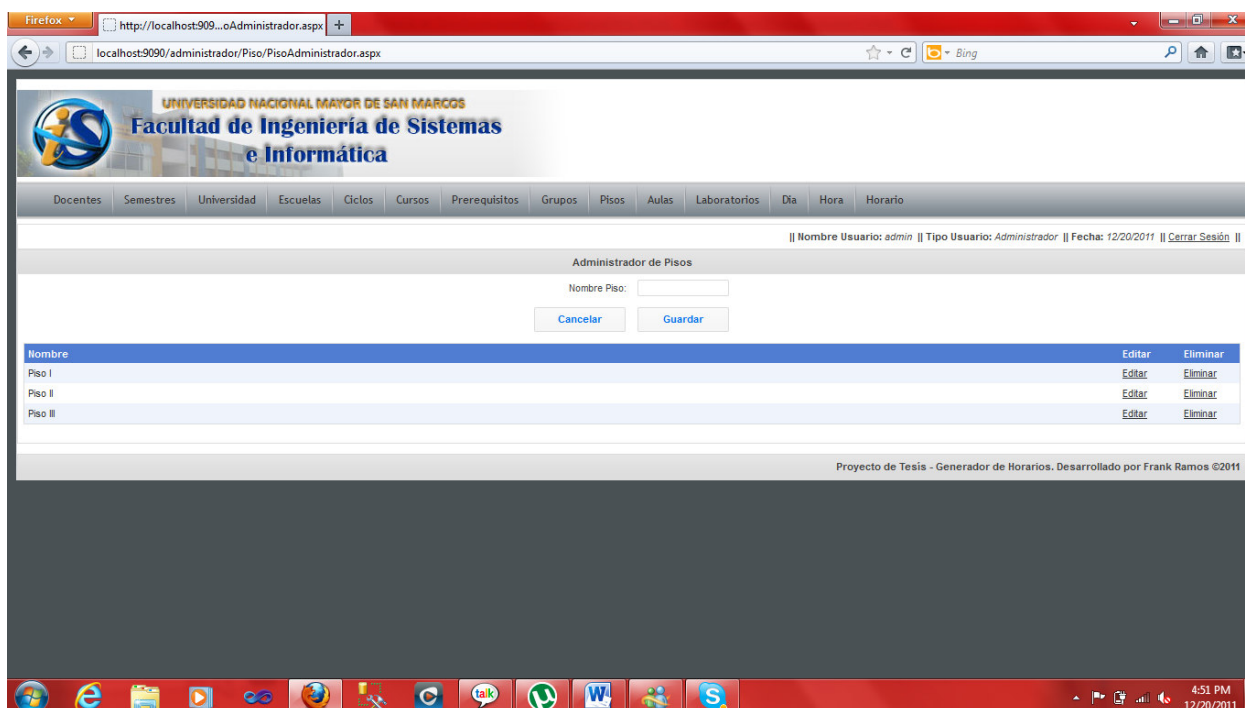


Figura 18-10, Administrar Pisos

# **Especificación de Caso de Uso: Administrar de Laboratorio**

(Figura 18-11)

## **1. Actualizar datos**

### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de los laboratorios, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar laboratorios, identificadas por su piso correspondiente.

## **2. Flujo de Eventos**

### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todos los laboratorios identificadas por su piso correspondiente.

2.1.2 Elige el piso sobre el cual se agregará el aula.

2.1.3 Selecciona si el laboratorio posee un proyector.

2.1.4 Especifica una capacidad para el laboratorio.

2.1.5 Especifica un nombre o numero para el laboratorio.

2.1.6 Guardar el laboratorio especificado.

### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona “Editar” editará los datos del laboratorio al que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona “Eliminar” entonces eliminara el laboratorio especificado.

## **3. Requerimientos Especiales**

### **3.1 No hay requerimiento especial**

## **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

## **5. Post-Condiciones**

5.1 El laboratorio fue mantenido.

## **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

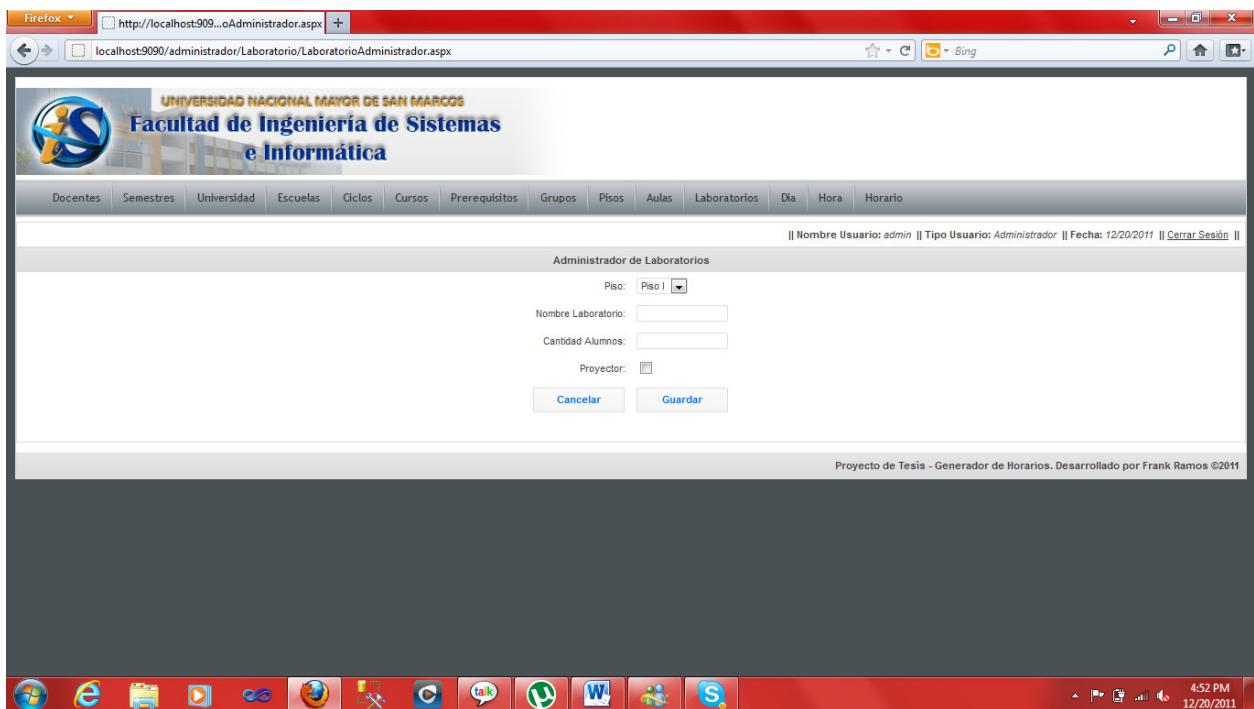


Figura 18-11, Administrar Laboratorios

## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Hora** *(Figura 18-12)*

### **1. Actualizar datos**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento de las horas, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar horas, identificadas por su día correspondiente.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza la lista de todas las horas identificadas por su día correspondiente.

2.1.2 Elige el día sobre el cual se agregará la hora.

2.1.3 Selecciona hora en la cual Comienza y en la cual Finaliza.

2.1.4 Guardar la hora especificada.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario presiona “Editar” editará los datos de la hora a la que está especificando.

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario presiona “Eliminar” entonces eliminará la hora especificada.

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 No hay requerimiento especial

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 La hora fue mantenida.

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

Firefox | http://localhost:9090...aAdministrador.aspx | localhost:9090/administrador/Hora/HoraAdministrador.aspx

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática**

Docentes Semestres Universidad Escuelas Ciclos Cursos Prerequisitos Grupos Pisos Aulas Laboratorios Dia Hora Horario

|| Nombre Usuario: admin || Tipo Usuario: Administrador || Fecha: 12/20/2011 || Cerrar Sesión ||

Administrador de Horas

Día: Lunes

De: 07:00 A: 07:00

Cancelar Guardar

Día	De	A	Editar	Eliminar
Lunes	08:00	22:00	Editar	Eliminar
Martes	08:00	22:00	Editar	Eliminar
Miércoles	08:00	22:00	Editar	Eliminar
Jueves	08:00	22:00	Editar	Eliminar
Viernes	08:00	22:00	Editar	Eliminar
Sábado	08:00	22:00	Editar	Eliminar

Proyecto de Tesis - Generador de Horarios. Desarrollado por Frank Ramos ©2011

Windows Taskbar: 4:52 PM 12/20/2011

Figura 18-12, Administrar Horas

# **Especificación de Caso de Uso: Registrar Datos Personales Docente** *(Figura 18-13)*

## **1. Actualizar datos**

### **1.1 Breve Descripción**

El Docente como el Administrador pueden registrar usuarios del tipo docente, pero bajo un parámetro de habilitación diferente.

## **2. Flujo de Eventos**

### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza todos los campos requeridos para poder registrar un docente.

2.1.2 El usuario ingresa todos los datos requeridos

2.1.3 El usuario guarda la información

### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario es un Docente, entonces el docente registrado se guarda en un estado pendiente y hará falta que el administrador habilite o active al docente registrado

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario es un Administrador entonces el docente registrado se guardará con estado activo automáticamente ya que quien realizó el registro es el administrador del sistema

## **3. Requerimientos Especiales**

3.1 No hay requerimiento especial

## **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

## **5. Post-Condiciones**

5.1 La hora fue mantenida.

## **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

Firefox | http://localhost:9090...DocenteInsertar.aspx

localhost:9090/administrador/Docente/DocenteInsertar.aspx

**Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática**

Docentes Semestres Universidad Escuelas Ciclos Cursos Prerequisitos Grupos Pisos Aulas Laboratorios Dia Hora Horario

|| Nombre Usuario: admin || Tipo Usuario: Administrador || Fecha: 12/20/2011 || [Cerrar Sesión](#) ||

**Insertar Docente**

Nombre Usuario:

Contraseña:

Apellido Paterno:

Apellido Materno:

Nombres:

Fecha Nacimiento:

Genero:

Código:

Email:

Universidad Procedencia:

Facultad Procedencia:

Especialidad:

Tipo Docente:

Proyecto de Tesis - Generador de Horarios. Desarrollado por Frank Ramos ©2011

4:52 PM 12/20/2011

Figura 18-13, Registrar Datos Personales



# **Especificación de Caso de Uso: Administrar Disponibilidad Horaria Docente** *(Figura 18-14)*

## **1. Actualizar datos**

### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela (Administrador) y Usuario podrá realizar el mantenimiento de la Disponibilidad Horaria, esto implica que podrá editar, agregar y eliminar horas disponibles, identificadas por su día correspondiente.

## **2. Flujo de Eventos**

### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza todos los campos requeridos para poder registrar un docente.

2.1.2 El usuario ingresa todos los datos requeridos

2.1.3 El usuario guarda la información

### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 si el usuario es un Docente, entonces el docente registrado se guarda en un estado pendiente y hará falta que el administrador habilite o active al docente registrado

2.2.2 En 2.1.1 si el usuario es un Administrador entonces el docente registrado se guardará con estado activo automáticamente ya que quien realizó el registro es el administrador del sistema

## **3. Requerimientos Especiales**

3.1 No hay requerimiento especial

## **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

## **5. Post-Condiciones**

5.1 La hora fue mantenida.

## **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

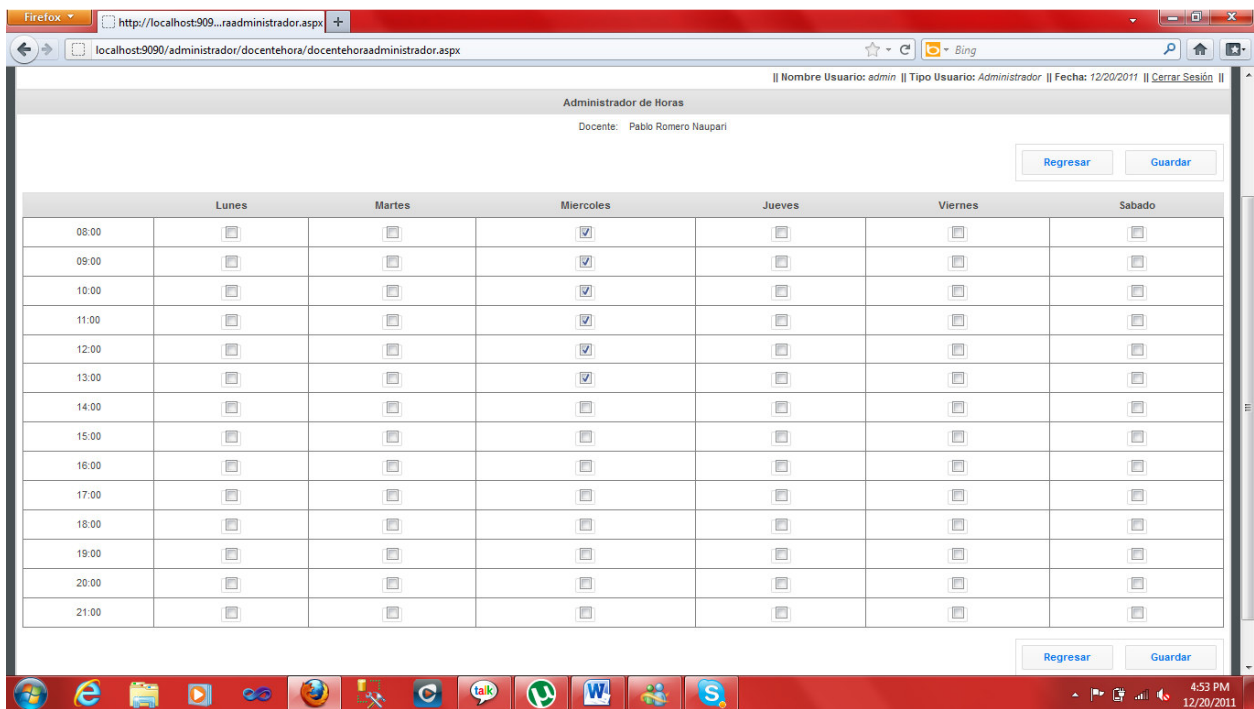


Figura 18-14, Administrar Disponibilidad Horario Docente

## **Especificación de Caso de Uso: Login** *(Figura 18-15)*

### **1. Actualizar datos personales**

#### **1.1 Breve Descripción**

No hay datos que actualizar bajo este caso de uso, ya que solo permite ingresar al sistema para realizar la tarea requerida

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario dependiendo si es Docente o Administrador visualiza los campos a llenar requeridos para poder ingresar al sistema.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 1 si el usuario es un Docente, y luego elige la opción de registro (para usuarios nuevos), el docente se registra y solo basta que el Administrador lo valide

### **3. Requerimientos Especiales**

#### **3.1 No hay requerimiento especial**

### **4. Pre-Condiciones**

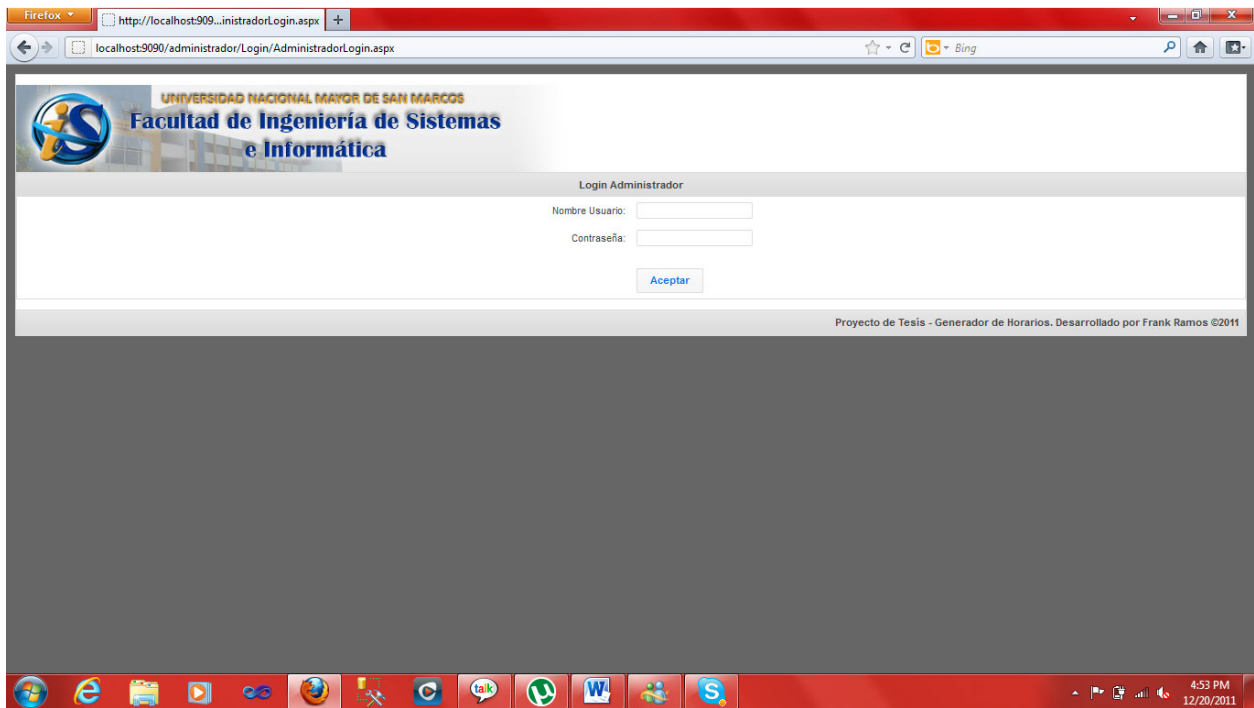
#### **4.1 El usuario debe estar logueado.**

### **5. Post-Condiciones**

#### **5.1 La hora fue mantenida.**

### **6. Puntos de Extensión**

#### **6.1 No hay punto de extensión**



*Figura 18-15, Login*

## **Especificación de Caso de Uso: Administrar Horario** *(Figura 18-16)*

### **1. Actualizar datos personales**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá realizar el mantenimiento del horario, esto implica que podrá generar, editar, agregar y eliminar horario, identificadas por su semestre correspondiente.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza todas las opciones que corresponde a visualización y administración de horarios.

2.1.2 El usuario hace clic a generar en el menú.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 El Administrador elige la opción de visualizar horario por grupos.

2.2.2 El Administrador elige la opción de visualizar horario por Aulas y laboratorio

2.2.3 El Administrador elige la opción de visualizar horario por Cursos, en el cual podrá reasignar o editar el horario generado.

2.2.4 El Administrador elige la opción de asignar horario a los grupos faltantes, donde puede asignar el horario a los grupos faltantes

### **3. Requerimientos Especiales**

#### **3.1 No hay requerimiento Especial**

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 Se procederá a descargar dos reportes en PDF de los horarios generados uno por aula y el otro por curso

### **6. Puntos de Extensión**

6.1 No hay punto de extensión

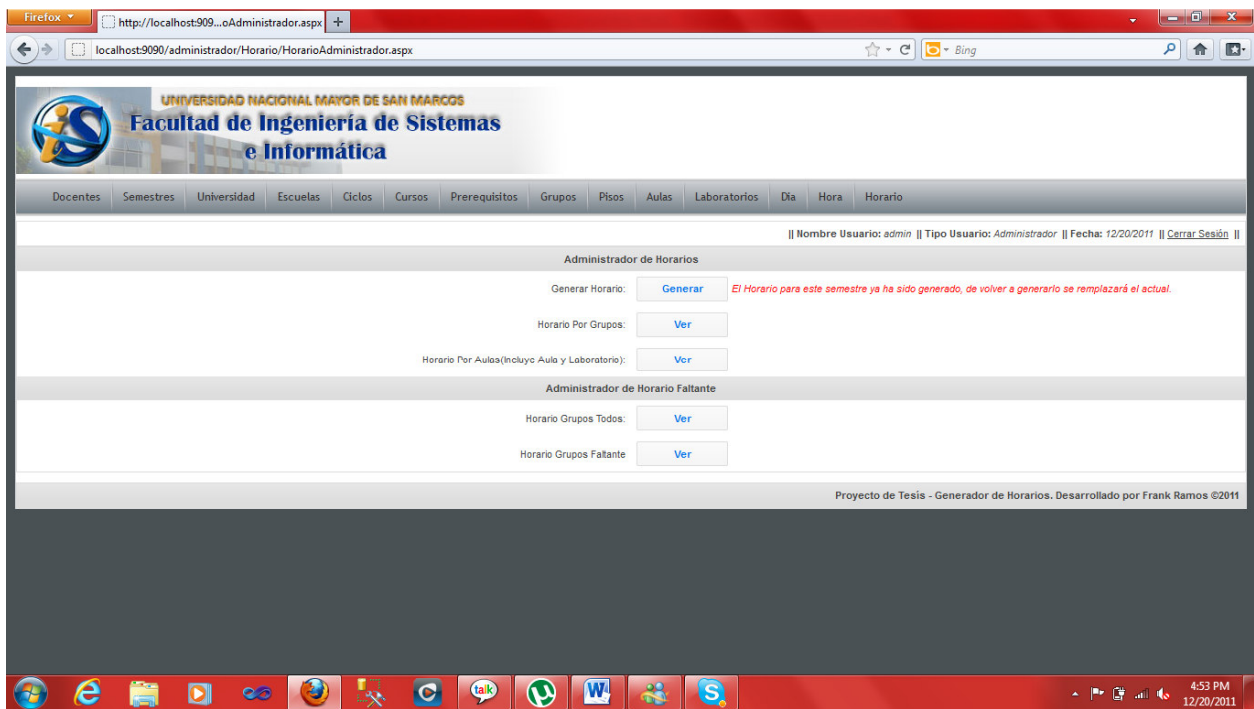


Figura 18-16, Administrar Horario

# Especificación de Caso de Uso: Visualizar Horario por Grupo

(Figura 18-17)

## 1. Actualizar datos personales

### 1.1 Breve Descripción

La dirección de Escuela podrá visualizar los horarios por grupo generados.

## 2. Flujo de Eventos

### 2.1 Flujo Básico

2.1.1 El usuario visualiza los horarios determinados por grupos con sus horas, docentes, y aulas o laboratorios correspondientes.

### 2.2 Flujo Alternativo

2.2.1 *No hay flujo alternativo*

## 3. Requerimientos Especiales

3.1 El horario ya debe haber sido generado.

## 4. Pre-Condiciones

4.1 El usuario debe estar logueado.

## 5. Post-Condiciones

5.1 Se procederá a descargar dos reportes en PDF de los horarios generados uno por aula y el otro por curso

## 6. Puntos de Extensión

6.1 No hay punto de extensión

Firefox | http://localhost:9090...oAdministrador.aspx | localhost:9090/administrador/Horario/HorarioGrupoAdministrador.aspx

Horarios Por Grupo



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Ingeniería de Sistemas e Informática**  
**Ciclo I**  
**ALGORITMICA I**

Grupo	Tipo	Día	De	A	Docente	Aula
Grupo 1	Teoría	Miercoles	08:00	10:00	Romero Naupari Pablo	Aula 100
Grupo 1	Práctica	Miercoles	10:00	12:00	Romero Naupari Pablo	Aula 100
Grupo 1	Laboratorio	Miercoles	12:00	14:00	Romero Naupari Pablo	Laboratorio 1
Grupo 2	Teoría	Lunes	08:00	10:00	Mota Alva Lazaro	Aula 100
Grupo 2	Práctica	Martes	08:00	10:00	Mota Alva Lazaro	Aula 100
Grupo 2	Laboratorio	Lunes	10:00	12:00	Mota Alva Lazaro	Laboratorio 1
Grupo 3	Teoría	Martes	12:00	14:00	ruiz rivera maria elena	Aula 100
Grupo 3	Práctica	Miercoles	08:00	10:00	guerra grados luis	103
Grupo 3	Laboratorio	Miercoles	10:00	12:00	guerra grados luis	Laboratorio 1
Grupo 4	Teoría	Martes	10:00	12:00	Mota Alva Lazaro	Aula 100
Grupo 4	Práctica	Lunes	12:00	14:00	Mota Alva Lazaro	Aula 100
Grupo 4	Laboratorio	Miercoles	12:00	14:00	guerra grados luis	Laboratorio 2

Windows Taskbar: 4:54 PM 12/20/2011

Figura 18-17, Visualizar Horario por Grupo



## **Especificación de Caso de Uso: Visualizar Horario por Aula o Laboratorio** (*Figura 18-18*)

### **1. Actualizar datos personales**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá visualizar los horarios por aulas y laboratorios generados.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza los horarios determinados por aulas y laboratorio con sus horas, docentes, grupos y cursos correspondientes.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 *No hay flujo alternativo*

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 El horario ya debe haber sido generado.

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 Se procederá a descargar dos reportes en PDF de los horarios generados uno por aula y el otro por curso

### **6. Puntos de Extensión**

No hay punto de extensión

Firefox <http://localhost:9090...aAdministrador.aspx> [localhost:9090/administrador/Horario/HorarioAulaAdministrador.aspx](http://localhost:9090/administrador/Horario/HorarioAulaAdministrador.aspx) Bing

### Aula 100

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
08:00	ALGORITMICA I / Grupo 2 / Teoría / Mota Alva Lazaro	ALGORITMICA I / Grupo 2 / Práctica / Mota Alva Lazaro	ALGORITMICA I / Grupo 1 / Teoría / Romero Naupari Pablo	CALCULO I / Grupo 1 / Práctica / Ortiz Blas Carlos	CALCULO I / Grupo 4 / Práctica / pon quispe julio	ALGORITMICA II / Grupo 2 / Teoría / Cabrera Diaz Javier
09:00	ALGORITMICA I / Grupo 2 / Teoría / Mota Alva Lazaro	ALGORITMICA I / Grupo 2 / Práctica / Mota Alva Lazaro	ALGORITMICA I / Grupo 1 / Teoría / Romero Naupari Pablo	CALCULO I / Grupo 1 / Práctica / Ortiz Blas Carlos	CALCULO I / Grupo 4 / Práctica / pon quispe julio	ALGORITMICA II / Grupo 2 / Teoría / Cabrera Diaz Javier
10:00		ALGORITMICA I / Grupo 4 / Teoría / Mota Alva Lazaro	ALGORITMICA I / Grupo 1 / Práctica / Romero Naupari Pablo	CALCULO I / Grupo 2 / Teoría / rojas cauti saul	CALCULO I / Grupo 3 / Práctica / carhuamaca Ticse Gregorio	TEORIA DE SISTEMAS / Grupo 2 / Teoría / Rolig Del Alcazar Luis
11:00		ALGORITMICA I / Grupo 4 / Teoría / Mota Alva Lazaro	ALGORITMICA I / Grupo 1 / Práctica / Romero Naupari Pablo	CALCULO I / Grupo 2 / Teoría / rojas cauti saul	CALCULO I / Grupo 3 / Práctica / carhuamaca Ticse Gregorio	TEORIA DE SISTEMAS / Grupo 2 / Teoría / Rolig Del Alcazar Luis
12:00	ALGORITMICA I / Grupo 4 / Práctica / Mota Alva Lazaro	ALGORITMICA I / Grupo 3 / Teoría / Ruiz Rivera Maria Elena		CALCULO I / Grupo 2 / Teoría / rojas cauti saul		TEORIA DE SISTEMAS / Grupo 2 / Teoría / Rolig Del Alcazar Luis
13:00	ALGORITMICA I / Grupo 4 / Práctica / Mota Alva Lazaro	ALGORITMICA I / Grupo 3 / Teoría / Ruiz Rivera Maria Elena				
14:00					ALGORITMICA II / Grupo 3 / Teoría / Ruiz de la Cruz Melo Carlos	
15:00	MATEMATICA BASICA II / Grupo 1 / Teoría / Arbanil Rivadeneira Ruben				ALGORITMICA II / Grupo 3 / Teoría / Ruiz de la Cruz Melo Carlos	
16:00	MATEMATICA BASICA II / Grupo 1 / Teoría / Arbanil Rivadeneira Ruben				ALGORITMICA II / Grupo 3 / Práctica / Ruiz de la Cruz Melo Carlos	
17:00	MATEMATICA BASICA I / Grupo 1 / Teoría / Arbanil Rivadeneira Ruben	ESTRUCTURA DE DATOS / Grupo 2 / Teoría / Pro Concepcion Luzmila	ESTRUCTURA DE DATOS / Grupo 2 / Práctica / Pro Concepcion Luzmila		ALGORITMICA II / Grupo 3 / Práctica / Ruiz de la Cruz Melo Carlos	
18:00	FISICA GENERAL / Grupo 2 / Práctica / Vilcapoma Lazaro Luis	ESTRUCTURA DE DATOS / Grupo 2 / Teoría / Pro Concepcion Luzmila	ESTRUCTURA DE DATOS / Grupo 2 / Práctica / Pro Concepcion Luzmila			

Windows Taskbar: 4:54 PM 12/20/2011

Figura 18-18, Visualizar Horario por Aula o Laboratorio

## **Especificación de Caso de Uso: Visualizar Horario por Grupos Todo** (*Figura 18-19*)

### **1. Actualizar datos personales**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá visualizar los horarios por curso generados.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza los horarios determinados por cursos y mostrados por grupos con sus horas, docentes, y aulas o laboratorios correspondientes.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 el docente elige reasignar el grupo, cambiando el docente, la hora, aula, etc.

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 El horario ya debe haber sido generado.

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 Se procederá a descargar dos reportes en PDF de los horarios generados uno por aula y el otro por curso

### **6. Puntos de Extensión**

No hay punto de extensión

Firefox | http://localhost:9090/administrador/Horario/HorarioGrupoAsignado.aspx

localhost:9090/administrador/Horario/HorarioGrupoAsignado.aspx

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática**

Docentes Semestres Universidad Escuelas Ciclos Cursos Prerequisitos Grupos Pisos Aulas Laboratorios Día Hora Horario

|| Nombre Usuario: admin || Tipo Usuario: Administrador || Fecha: 12/20/2011 || [Cerrar Sesión](#) ||

Administrador de Grupos Asignados

Escuela: Ingeniería de Sistemas e Informática

Ciclo: Ciclo I

Curso: ALGORITMICA I

[Cancelar](#) [Buscar](#)

Numero	Curso	Horas Teoría	Horas Práctica	Horas Laboratorio	Proyector	Ciclo	Escuela	Re-Asignar
Grupo 1	ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Re-Asignar</a>
Grupo 2	ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Re-Asignar</a>
Grupo 3	ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Re-Asignar</a>
Grupo 4	ALGORITMICA I	2	2	2	No	Ciclo I	Ingeniería de Sistemas e Informática	<a href="#">Re-Asignar</a>

Proyecto de Tesis - Generador de Horarios. Desarrollado por Frank Ramos ©2011

4:54 PM 12/20/2011

Figura 18-1, Visualizar Horario por Grupos Todo

## **Especificación de Caso de Uso: Reasignar Horario a un Grupo Asignado** *(Figura 18-20)*

### **1. Actualizar datos personales**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá reasignar o actualizar un horario ya establecido, estableciendo nuevas horas, nuevos docentes, etc.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza los detalles que envuelven al grupo, como docente, horas para la teoría, práctica, laboratorio, etc.

2.1.2 El docente actualiza la información.

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 El docente no actualiza la información

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 El horario ya debe haber sido generado.

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 Se procederá a descargar dos reportes en PDF de los horarios generados uno por aula y el otro por curso

### **6. Puntos de Extensión**

No hay punto de extensión

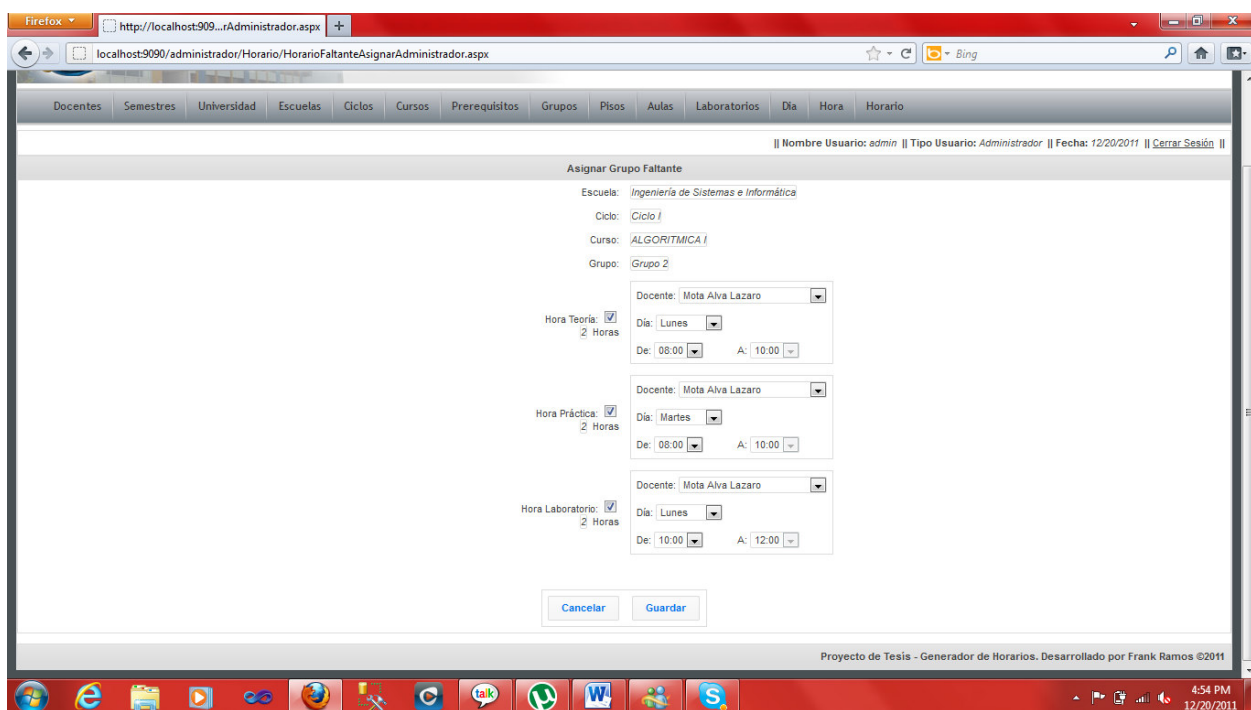


Figura 18-20, Reasignar Horario a un grupo Asignado

## **Especificación de Caso de Uso: Visualiza Horarios Grupo Faltante** (*Figura 18-21*)

### **1. Actualizar datos personales**

#### **1.1 Breve Descripción**

La dirección de Escuela podrá visualizar los grupos con horarios no establecidos tanto para teoría, práctica o laboratorio.

### **2. Flujo de Eventos**

#### **2.1 Flujo Básico**

2.1.1 El usuario visualiza los grupos con horas no asignadas

#### **2.2 Flujo Alternativo**

2.2.1 En 2.1.1 El docente elige “asignar”, entonces el docente podrá asignar manualmente las horas faltantes por establecer. La cual cumple la misma secuencia que el caso de uso de “Reasignar horario a un grupo asignado”

### **3. Requerimientos Especiales**

3.1 El horario ya debe haber sido generado.

### **4. Pre-Condiciones**

4.1 El usuario debe estar logueado.

### **5. Post-Condiciones**

5.1 Se procederá a descargar dos reportes en PDF de los horarios generados uno por aula y el otro por curso

### **6. Puntos de Extensión**

No hay punto de extensión

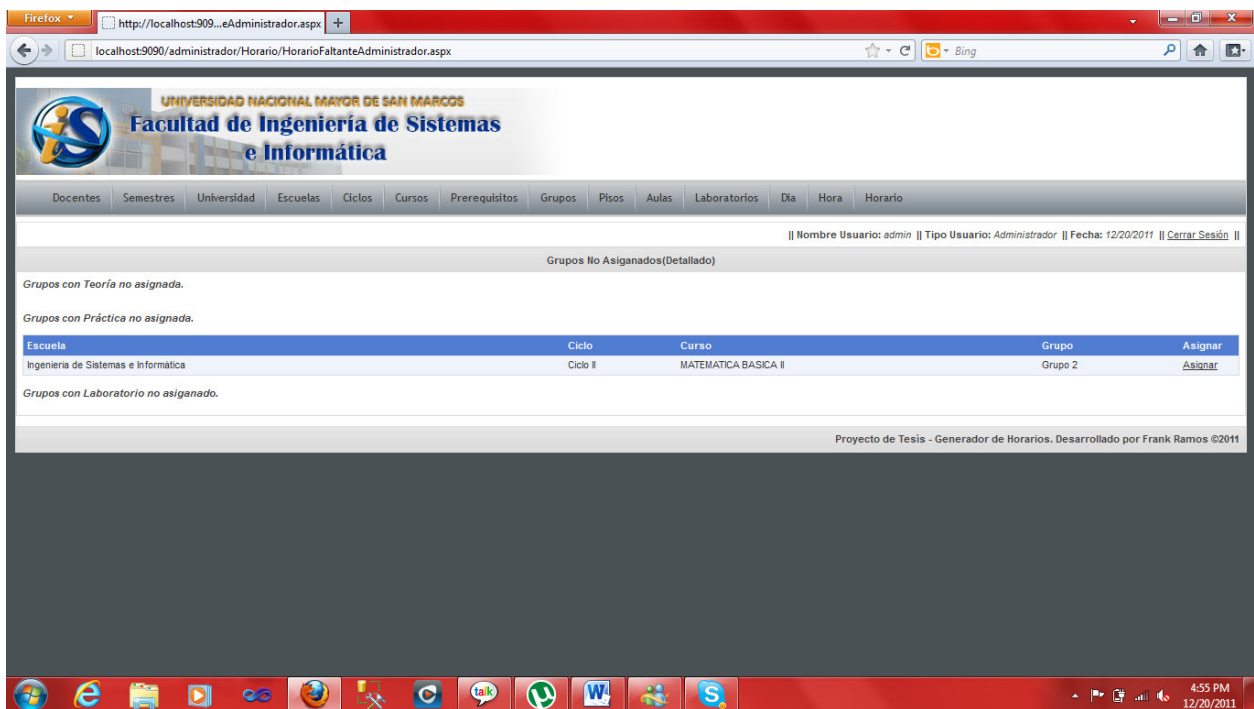


Figura 18-21, Visualizar Horarios Grupo Faltante



# Documento de Arquitectura

## 1. Introducción

El presente documento proveerá información precisa sobre la arquitectura tanto del negocio como del software, especificando diferentes diagramas para las vistas correspondientes; en pocas palabras explicarán los casos de uso desde diagramas y por consecuencia veremos el comportamiento del negocio, desde el inicio de sesión, llenado de datos de docentes, la asignación de carga lectiva y otros casos de uso del negocio.

### 1. Propósito

Este documento proporciona una descripción arquitectónica comprensiva del negocio y del software, usando un número de diversas vistas arquitectónicas para representar aspectos del negocio. Con el fin de capturar y transportar las decisiones significativas que se han tomado en el negocio.

### 2. Alcance

El presente documento busca sentar las bases de la arquitectura, con el modelado de los casos de uso más críticos identificados hasta el momento en Definiciones, Acrónimos y Abreviaciones, de esta manera poder entender a grandes rasgos el proyecto; al entender este documento se podrá comprender el objetivo principal del proyecto que es lograr una automatización de la carga lectiva (horarios, docentes, aulas) de una manera rápida y eficiente.

### 3. Definiciones, Acrónimos y Abreviaciones

Se describirá y explicará cada palabra reservada concerniente a este proyecto. El 95 % de las palabras reservadas, acrónimos, definiciones y abreviaciones estarán definidas en el Glosario, el significado de cada una, hará un mejor y completo entendimiento del proyecto.

### 4. Descripción

Las vistas usadas nos permitirán entender el negocio desde diferentes referencias.

## **2. Representación Arquitectural**

Se presentará en este documento fundamentalmente diferentes vistas como:

- Vista de la estructura de la organización que estará formado por el diagrama de casos de uso del negocio.
- Vista del Dominio compuesta por el diagrama de clases, solo las clases más importantes se especificarán en este diagrama.
- Vista Lógica compuesta por el diagrama de paquetes.
- Vista de Despliegue compuesta por el diagrama de componentes y el diagrama de distribución.

## **3. Objetivos de Arquitectura y Necesidades**

Usaremos fundamentalmente para el modelado el Rational Rose 2000 para realizar las tareas. Debido al fácil uso de esta herramienta además de su buen entendimiento para con los diagramas realizados bajo esta plataforma.

## **4. Vista de los Procesos de Negocio**

Los tres casos de uso que presenta el negocio son:

- Asignar Grupos.
- Determinar Horario Preliminar.
- Determinar Carga Lectiva.

Dichos procesos del negocio son realizados por diferentes actores de negocio:

- Departamento de Ciencias de la Computación.
- Dirección de Escuela FISI.
- Docente.

Al mismo tiempo asociado a los trabajadores del negocio:

- Dirección Académica FISI.
- Secretería.
- Otras Facultades.

## 5. Vista de la Estructura de la Organización

### 1. Realización de los Casos de Uso del Negocio

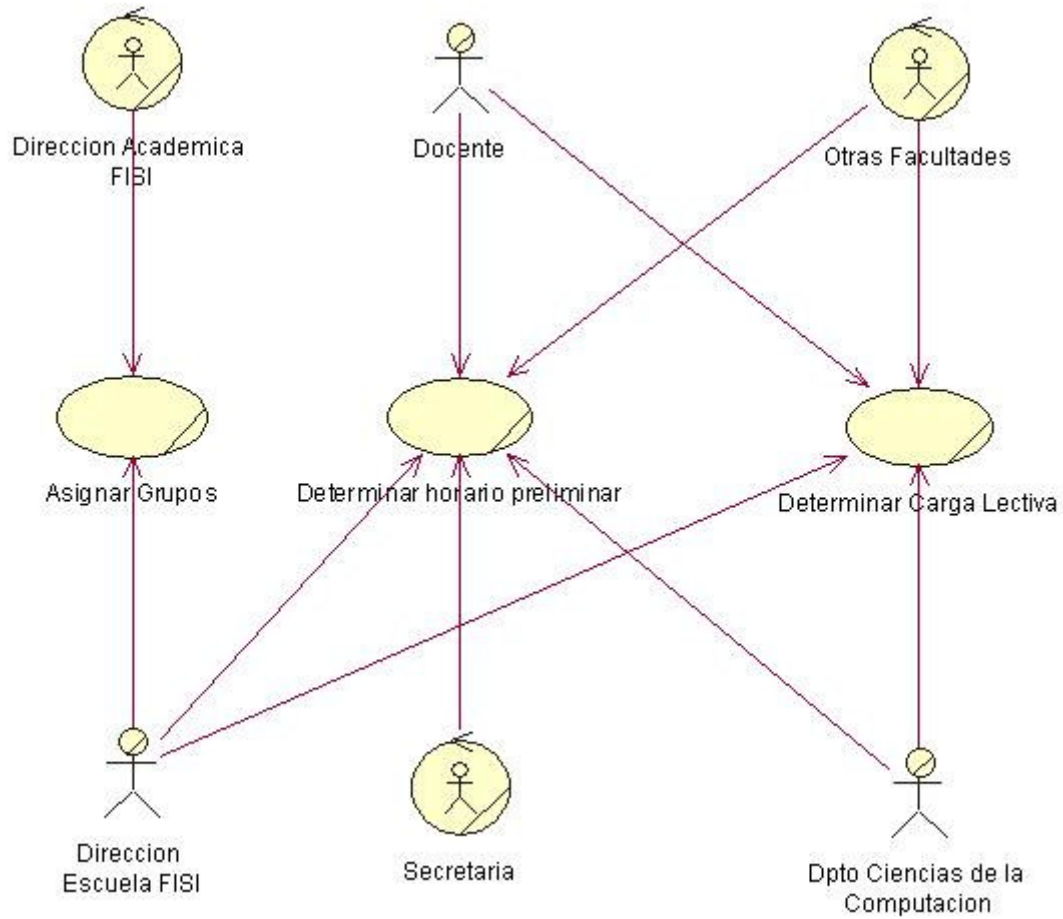


Figura 19, Diagramas de Caso de Uso de Negocio

## 6. Vista de Dominio

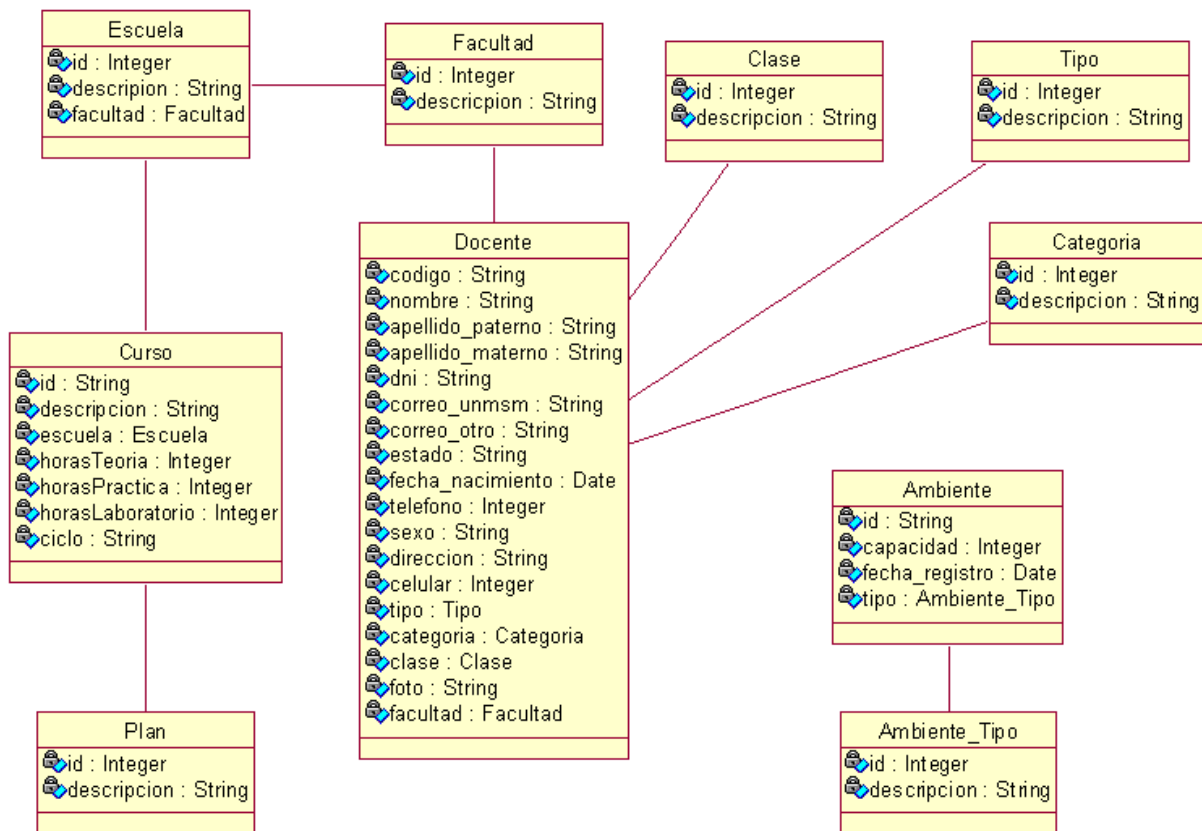


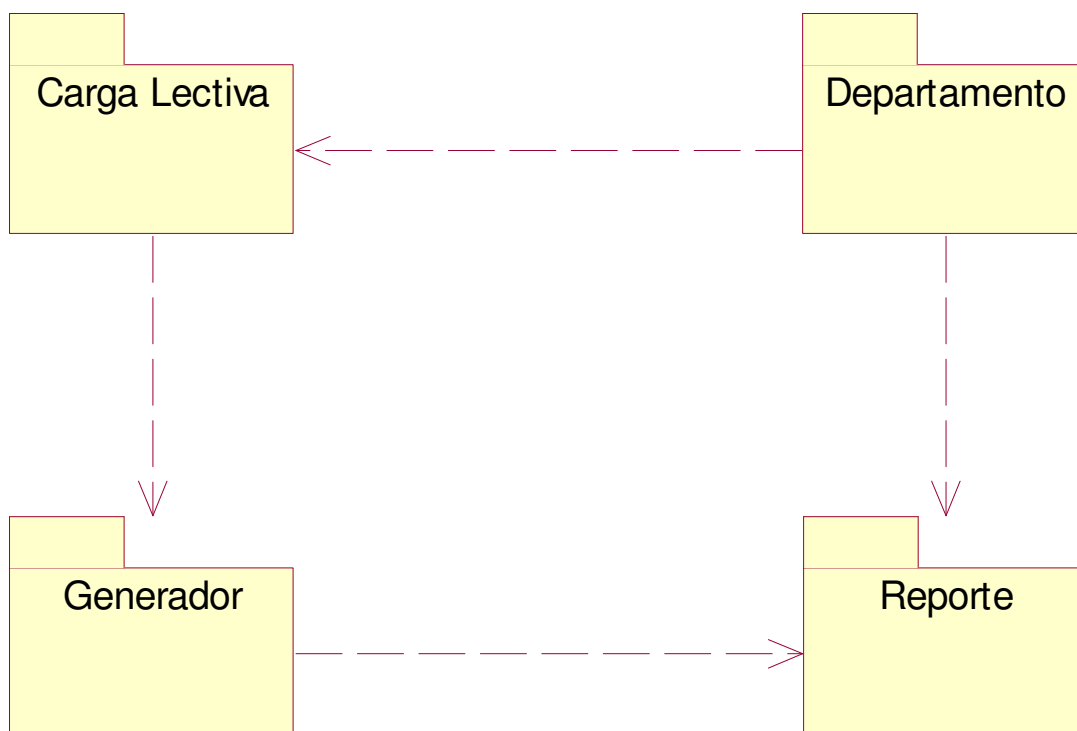
Figura 20, Vista de Dominio

## 7. Vista Lógica

### 1. Resumen

Buscamos determinar los paquetes que engloban los diferentes casos de uso del sistema y hemos determinado 4 paquetes:

- Carga Lectiva.
- Departamento.
- Reportes.
- Generador



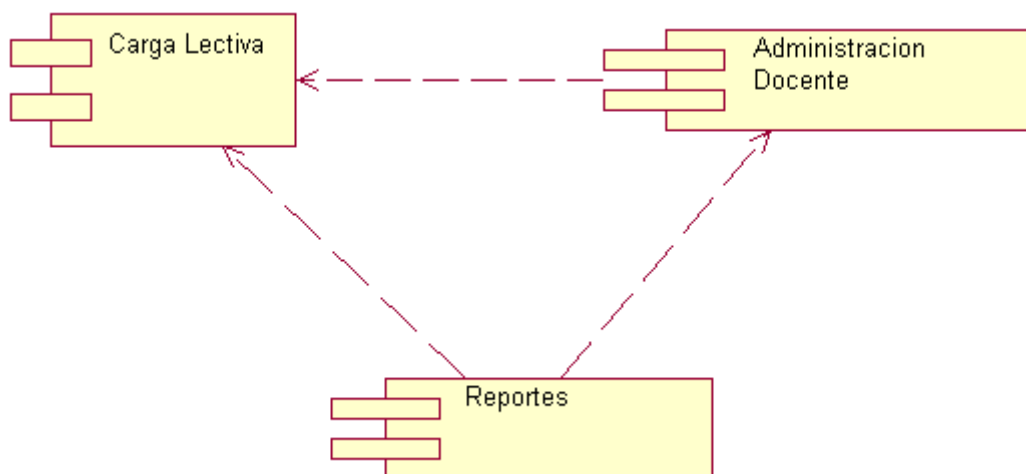
*Figura 21, Vista Lógica*

## 2. Diseño Arquitectural de los Paquetes

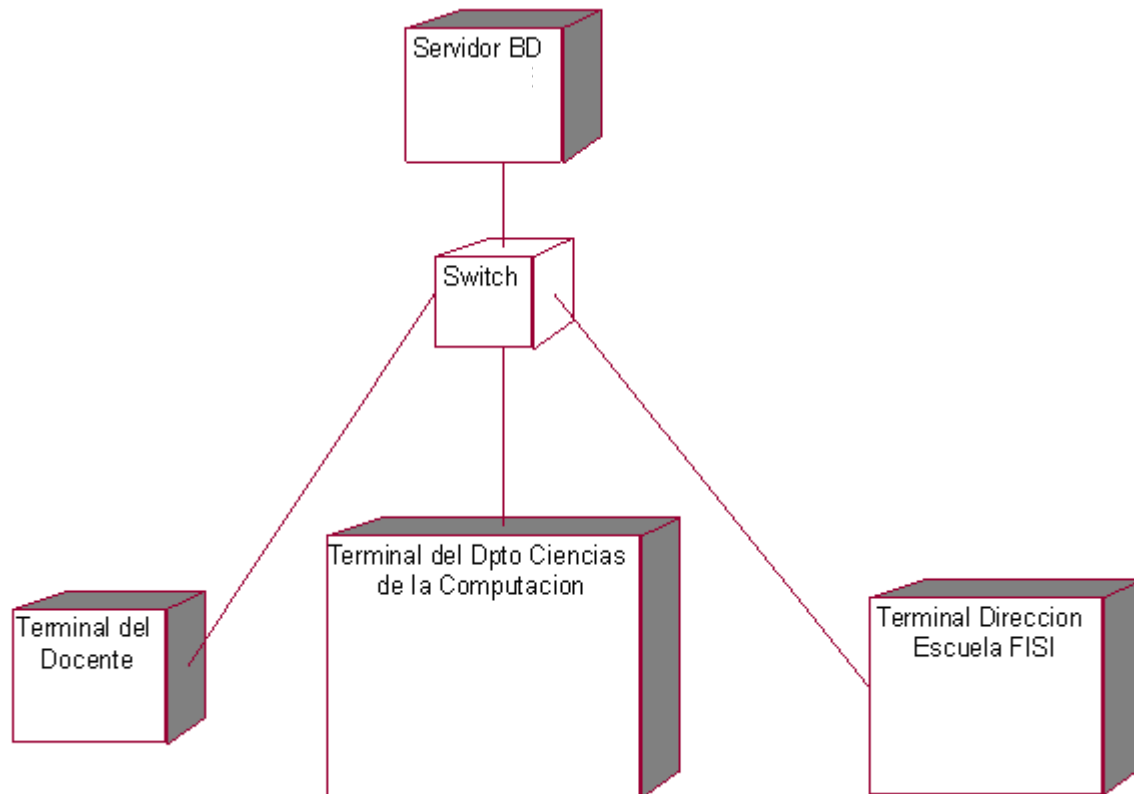
- **Carga Lectiva.** - Engloba todos los casos de uso del sistema que tienen que ver los pasos concernientes a la asignación de carga lectiva desde la generación de grupos hasta la previa a la generación de los horarios.
- **Departamento.** - Contiene los Casos de Uso del Sistema del Departamento de Ciencias de la Computación desde la creación del ciclo académico y el mantenimiento de la información de los docentes.
- **Generador.** - Contiene los Casos de Uso del Sistema del Departamento de Ciencias de la Computación que envuelven la generación de horarios.
- **Reportes.** - Contiene todo lo concerniente a los reportes que requerirá cada usuario del sistema. El gráfico muestra los casos de uso del sistema que están incluidos en el paquete reportes.

## 8. Vista de Despliegue

### 1. Diagrama de Componentes



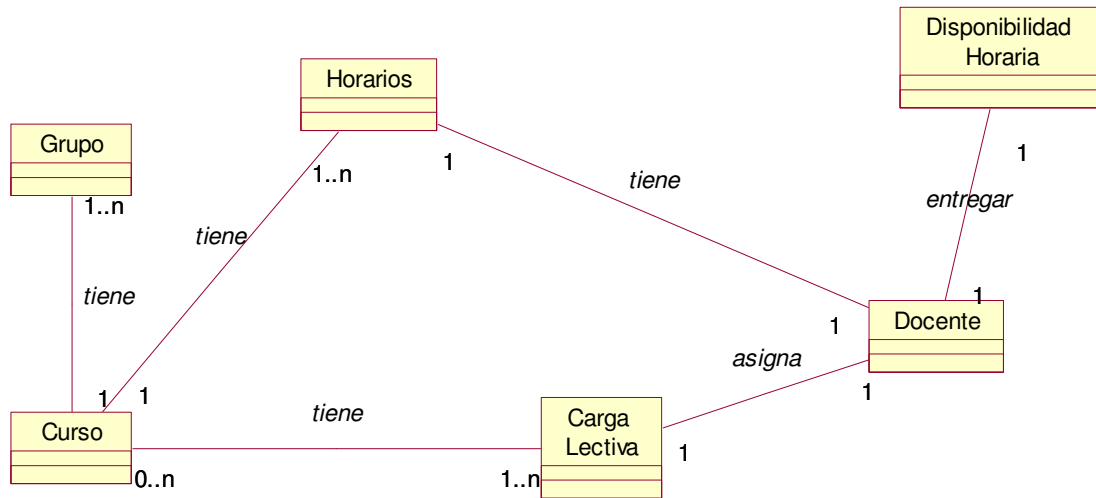
## 2. Diagrama de Distribución



## 9. Calidad de Objetivos

La arquitectura del negocio contribuye a proveer la capacidad de entendimiento del negocio como un todo, pues al estudiar los casos de uso especificados podremos ver cómo está asociado todo el negocio, y así poder mejorar el producto a implementar, mejorando la calidad de este con cada estudio nuevo. Al estudiar los casos de uso realizados por el docente nos permitirá poder captar cada una de los requerimientos, entradas y salidas para su implementación, y al estudiar a los jefes de dirección de escuela y del departamento de ciencias de la computación nos permitirá aún más saber cómo mejorar e implementar el producto gracias al conocimiento de la interacción de los actores de negocio y los trabajadores de negocio.

## 10. Modelo Conceptual de Clases





## VI.

## EXPERIMENTO DEL ESTUDIO DE CASOS

Este Sistema de Información genera como resultados los horarios ordenados de dos maneras, en dos reportes en formato “pdf”, los horarios generados.

Por Curso

Por Aula

*Por Curso: Se muestra la lista de todos los cursos y sus grupos correspondientes, además de los horarios generados para cada grupo y el docente asignado.*

*Por Aula: Se muestra los cursos que se dictaran en determinada aula, así como el docente que la dictara, así como el grupo correspondiente.*

## VII. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este sistema logra abarcar gran cantidad de problemas en el aspecto de su solución, como especifica el algoritmo Tabú basado en restricciones de querer implementar un sistema más agudo y fino para la elaboración, habría que crear las restricciones y agregarlas, esto no suele ser complicado debido a que el software es escalable y permite la adición de nuevos métodos y restricciones de manera sencilla.

Futuras mejoras:

- *Un ejemplo simple de una restricción futura podría ser el que los grupos de algún curso puedan ser tomados por más de un docente.*
- *El sistema podría ser llevado a una aplicación móvil.*
- *Usar webservices para consultas y enlaces con el SUM*

Siendo este sistema de gran ayuda para la gestión horaria no queda nada más que usarlo y proveer de mejoras conforme se siga usando poco a poco, hasta lograr un grado óptimo.

## VI. Referencias

1. Parihar M. (2002) La Biblia del Asp.Net. Madrid, España: Anaya Multimedia
2. Berzal F., Cubero J. & Cortijo F. (2001). Desarrollo Profesional de Aplicaciones Web con ASP.NET, Madrid España : iKor Consulting
3. Taha A., Meza G., Gonzalez V., Cruz R. ( 2004 ). Investigación de operaciones. Madrid, España: Pearson Educación
4. Valdivia C. ( 2005 ). Arquitectura de equipos y sistemas informáticos. Bogota, Colombia: Paraninfo
5. Borrajo Millán ( 1997 ) Inteligencia artificial. Madrid España: Ramón Areces
6. Glover F. ( 1997 ). Búsqueda Tabú, Madrid, España: Springer.
7. Coello C. (n.d.). Búsqueda Tabú (Evitando lo Prohibido), Madrid, de <http://delta.cs.cinvestav.mx/~ccoello/revistas/tabu.pdf.gz>
8. Laguna M.(1997). Tabu search methods for a single machine scheduling problem.
9. Cotemax, de <http://www.cotemax.com.ar/tutorial/imagenes/clntsvr.gif>
10. Peñalara Software, de <http://www.penalara.com>
11. TimeTab, de 1.  
<http://personal.telefonica.terra.es/web/timetab/espanol/index.html>
12. aSc TimeTables, de <http://www.asctimetables.com>
13. Taha A., Meza G., González V., Cruz R. ( 2004 ). Investigación de operaciones. Madrid, España: Pearson Educación
14. Prawda J. (1988) Métodos y modelos de investigación de operaciones. Madrid, España: Limusa
15. Corbalán L. ( n.d. ). Sistemas Inteligentes. Aplicaciones, de [http://www.presi.unlp.edu.ar/secyt/cyt\\_html/ebec07/pdf/corbalan.pdf](http://www.presi.unlp.edu.ar/secyt/cyt_html/ebec07/pdf/corbalan.pdf)
16. Glover F. ( 1997 ). Búsqueda Tabú, Madrid, España: Springer.
17. Coello C. (n.d.). Búsqueda Tabú (Evitando lo Prohibido), Madrid, de <http://delta.cs.cinvestav.mx/~ccoello/revistas/tabu.pdf.gz>
18. Laguna M.(1997). Tabu search methods for a single machine scheduling problem.
19. Fundamentos del RUP, de [http://era.nih.gov/docs/rup\\_fundamentals\\_slide03.jpg](http://era.nih.gov/docs/rup_fundamentals_slide03.jpg)